

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО

для практических занятій

ПО МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ БОТАНИКѢ

и

ВВЕДЕНИЕ ВЪ МИКРОСКОПИЧЕСКУЮ ТЕХНИКУ.

Д-РА ЭДУАРДА СТРАСБУРГЕРА,
ПРОФЕССОРА БОТАНИКИ ВЪ БОННѢ.



ПЕРЕВОДЪ СЪ НѢМЕЦКАГО

Д. Рейнгарда и Д. Ришави.

Съ многочисленными дополненіями и измѣненіями текста,
сообщенными авторомъ.

СЪ 115 ПОЛИТИПАЖАМИ.



ОДЕССА.

Изданіе книгопродавца Г. Шлейхера.

1885.

Дозволено цензурою. — Одесса, 26 Августа 1885 года.
Типографія А. Шульце, Ланжероновская, № 36.

Въ прошедшемъ году профессоръ Боннскаго университета Э. Страсбургеръ издалъ въ свѣтъ сочиненіе подъ заглавіемъ «Das kleine botanische Practicum für Anfänger», долженствующее служить руководствомъ для практическихъ занятій по микроскопической ботаникѣ. Г. Страсбургеръ предоставилъ мнѣ право перевода этого сочиненія на русскій языкъ и въ тоже время былъ такъ любезенъ, что сообщилъ мнѣ всѣ тѣ измѣненія и дополненія текста, которыя онъ предполагаетъ сдѣлать во второмъ изданіи своей книги. Вслѣдствіе этого предлагаемый ниже переводъ представляетъ собою какъ бы второе изданіе названнаго сочиненія. Считаю долгомъ выразить здѣсь г. Страсбургеру мою глубокую признательность за эту товарищескую любезность.

Желая облегчить свою задачу и по возможности ускорить появленіе въ свѣтъ перевода книги Страсбургера, я обратился къ Л. В. Рейнгарду съ предложеніемъ принять участіе въ этомъ дѣлѣ. Г. Рейнгардъ согласился на это и взялъ на себя трудъ перевести введеніе и I, II, XV—XXXI упражненія; остальное переведено мною.

Переводъ нашъ является въ печати благодаря одесскому книгопродавцу г. Шлейхеру, который въ послѣднее время выказываетъ весьма похвальное стремленіе издавать переводы хорошихъ иностранныхъ руководствъ по естественнымъ наукамъ, не стѣсняясь необходимыми для этого значительными затратами.

А. Рихтви.

Одесса,
5-го Сентября 1885 г.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Въ первой половинѣ настоящаго года я издалъ книгу подъ заглавіемъ «*Botanisches Practicum*», задача которой состоитъ въ томъ, чтобы ввести въ микроскопическую технику начинающаго и служить дальнѣйшимъ руководствомъ для болѣе опытнаго. На микроскопическую технику въ этой книгѣ было обращено особенное вниманіе. Соотвѣтственно своему широкому назначенію „*Botanisches Practicum*“ достигло значительныхъ размѣровъ, и это побудило меня изготovitъ новое изданіе этой книги, рассчитанное только для потребностей начинающаго. Такое сокращенное изданіе и представляется теперь въ видѣ «*Kleines botanisches Practicum*» и, надѣюсь, удовлетворитъ своему назначенію.

«*Das kleine botanische Practicum*» предназначается исключительно для начинающихъ. Оно посвящается тѣмъ, которые, не рассчитывая сдѣлаться специалистами по Ботаникѣ, желаютъ познакомиться съ основаніями научной Ботаники. Въ то-же время, оно знакомитъ начинающаго съ микроскопическою техникою. Ботаническія работы съ микроскопомъ особенно удобны для подобной цѣли и всѣ тѣ, которымъ необходимо знакомство съ микроскопическою техникою, должны-бы начинать съ изученія посредствомъ микроскопа ботаническихъ объектовъ.

Задача, подлежащая рѣшенію начинающаго, раздѣлена въ настоящей книгѣ на 32 упражненія, которыя соотвѣтствуютъ приблизительно числу практическихъ занятій съ начинающими въ одинъ университетскій семестръ. Предполагается, однако, что каждое такое упражненіе продолжается нѣсколько часовъ, въ теченіи которыхъ возможно достаточно основательно пройти

содержаніе одного упражненія. Трудность задачи увеличивается съ перваго до послѣдняго упражненія, почти съ непрерывною послѣдовательностію. Первое упражненіе предполагаетъ въ начинающемъ совершенное незнакомство съ инструментами, которые имѣютъ быть въ употребленіи. Напротивъ того, предполагается, что начинающій уже знакомъ съ содержаніемъ какого-нибудь новѣйшаго учебника Ботаники, или прослушалъ общій курсъ Ботаники. При такой подготовкѣ, начинающій въ состояніи вработаться въ микроскопическую Ботанику, а вмѣстѣ съ тѣмъ и въ микроскопическую технику, даже безъ посторонней помощи, но при посредствѣ одной этой книги.

Необходимый для изслѣдованія матеріалъ выбранъ такъ, чтобы каждый легко могъ его добыть. Очень часто я указываю на употребленіе алкогольнаго матеріала, который ставитъ работу наблюдателя въ болѣе или менѣе независимое отъ времени года положеніе. Но такъ какъ тотъ и другой матеріалъ долженъ быть своевременно заготовленъ, иногда за нѣсколько мѣсяцевъ до наблюденія, то въ особомъ указателѣ обращается вниманіе практиканта на необходимыя для его работъ растенія и на то состояніе, въ которомъ онѣ должны быть подвергнуты наблюденію. Но имѣющійся уже матеріалъ нерѣдко долженъ быть подвергнутъ необходимой для изслѣдованія предварительной обработкѣ за нѣсколько часовъ до работы, часто даже за день, а потому, практикантъ хорошо сдѣлаетъ, если заблаговременно познакомится съ содержаніемъ предстоящаго упражненія.

Принятые къ употребленію реактивы перечислены въ особомъ спискѣ. Эти реактивы необходимо заготовить до начала изслѣдованій. Для специальныхъ гистологическихъ реактивовъ въ этомъ спискѣ указано и приготовленіе ихъ. Въ большинствѣ случаевъ можно начинающему совѣтовать, чтобы онъ приобрѣлъ реактивы уже готовыми у одной изъ указанныхъ въ началѣ списка фирмъ.

Употребленіе инструментовъ и примѣненіе реактивовъ поясняются на примѣрахъ, а потому указанія въ этомъ отношеніи разбѣяны въ текстѣ; но общій указатель составленъ настолько подробно, что наблюдателю не трудно будетъ отыскивать отдѣльныя указанія по мѣрѣ надобности.

На методы изслѣдованія схизомицетовъ, которые, въ ка-

чествѣ ботаническихъ объектовъ, тоже должны были войти въ эту книгу, я обратилъ особенно тщательное вниманіе. Правда, я не могъ всей этой области обработать достаточно подробно, но полагаю, что сдѣланныхъ указаній будетъ достаточно, чтобы подготовить наблюдателя ко всевозможнымъ изслѣдованіямъ въ этомъ родѣ.

Всѣ фигуры настоящаго сочиненія срисованы мною съ натуры, первоначально для изданія болѣе подробнаго «Botanisches Practicum». Всѣ указанія въ текстѣ, даже въ тѣхъ случаяхъ, когда въ нихъ сообщается уже извѣстное, основаны на собственныхъ изслѣдованіяхъ. Въ концѣ каждаго упражненія указана относящаяся къ содержанію этого послѣдняго литература, изъ которой начинающій можетъ почерпнуть болѣе подробныя свѣдѣнія.

Боннъ, въ октябрѣ 1884.

Эдуардъ Страсбургеръ.

СОДЕРЖАНІЕ.

	СТР.
Введеніе. Инструменты, принадлежности, реактивы, ящики для препаратов.....	1
I. Упражнение. Употребленіе микроскопа, строеніе крахмала	11
II. Упражнение. Алейронъ, жирное масло, изготовленіе препаратовъ, употребленіе простаго микроскопа	23
III. Упражнение. Движеніе протоплазмы, клѣточное ядро, рисованіе при помощи камеры, опредѣленіе увеличенія	34
IV. Упражнение. Хроматофоры, окрашенный клѣточный сокъ	42
V. Упражнение. Ткани, утолщеніе стѣнокъ, реакціи на сахаръ, инулинъ, нитраты, дубильное вещество, древесинное вещество.	49
VI. Упражнение. Эпидермисъ, дыхательныя устья.....	63
VII. Упражнение. Эпидермисъ, волоски, слизь и воскъ..	72
VIII Упражнение. Замкнутые, коллатеральные сосудистые пучки	82
IX. Упражнение. Открытые, коллатеральные сосудистые пучки.....	97
X. Упражнение. Строеніе ствола хвойныхъ.....	109
XI. Упражнение. Строеніе ствола липы, биколлатеральный сосудистый пучекъ тыквенныхъ, рѣшетчатая трубки.....	118
XII. Упражнение. Осевой сосудисто-пучковой цилиндръ и послѣдующій ростъ въ толщину корня.	128
XIII. Упражнение. Сосудистые пучки папоротниковъ и плауновыхъ.....	136
XIV. Упражнение. Пробка, пробковые бугорки (чечевички).	142

	СТР.
XV. Упражнение. Строеіе листьевъ и цвѣточныхъ покрововъ, окончаніе сосудистыхъ пучковъ.	149
XVI. Упражнение. Конусъ возростанія стебля, дифференцированіе тканей, прохожденіе сосудистыхъ пучковъ	158
XVII. Упражнение. Конусъ возростанія корня	168
XVIII. Упражнение. Строеіе вегетативныхъ органовъ мховъ.	175
XIX Упражнение. Строеіе вегетативныхъ органовъ грибовъ, лишайниковъ и водорослей. Окрашиваніе клѣточного содержимаго	184
XX. Упражнение. Діатомы, <i>Protococcus</i> , дрожжевые грибки, дробящіеся водоросли	193
XXI. Упражнение. Дробящіеся грибы. Употребленіе иммерсіонныхъ системъ	203
XXII. Упражнение. Воспроизведеніе у водорослей	226
XXIII. Упражнение. Воспроизведеніе у грибовъ	233
XXIV. Упражнение. Воспроизведеніе у грибовъ и лишайниковъ	239
XXV. Упражнение. Воспроизведеніе у мховъ	247
XXVI. Упражнение. Воспроизведеніе у сосудистыхъ тайнобрачныхъ	258
XXVII. Упражнение. Воспроизведеніе у голосѣмянныхъ	268
XXVIII. Упражнение. Воспроизведеніе у покрытосѣмянныхъ ..	280
XXIX. Упражнение. Гинецей покрытосѣмянныхъ	290
XXX. Упражнение. Строеіе сѣмени у покрытосѣмянныхъ.	303
XXXI. Упражнение. Плодъ покрытосѣмянныхъ	311
XXXII. Упражнение. Дѣленіе клѣточекъ и клѣточныхъ ядеръ	319



ВВЕДЕНИЕ.

Слушатель высшаго учебнаго заведенія находитъ въ ботаническихъ институтахъ тѣ инструменты, которые необходимы для его занятій. Тому, кто не состоитъ въ подобномъ заведеніи, но желаетъ при помощи этой книги познакомиться съ микроскопическою ботаникою, равно какъ и тому, который непременно желаетъ имѣть собственный инструментъ, я предлагаю одну изъ нижеслѣдующихъ комбинацій, составленныхъ по новѣйшимъ оптическимъ каталогамъ.

C. Zeiss въ Іенѣ, штативъ VIIa, съ окулярами 2, 4 и 5 и объективами (объективными системами или, короче, системами) B и D, цѣна 158 марокъ. Этотъ инструментъ даетъ увеличенія отъ 70 до 580 разъ.

E. Leitz въ Ветцларѣ, съ окуляромъ I и III и объективами 3 и 7, въ послѣднемъ каталогѣ 1881 г. обозначенъ № 17, стоитъ 110 мар. Даетъ увеличеніе отъ 80 до 500 разъ.

W. и H. Seibert въ Ветцларѣ, комбинація, обозначенная въ каталогѣ подъ № 7, подъ именемъ «простаго микроскопа», съ окулярами I и III и объективами II и Va, увеличиваетъ отъ 70 до 610 разъ; безъ микрометра стоитъ 115 мар.

L. Bénèche въ Берлинѣ, 3 w. Grossbeerenstrasse 19, штативъ C, окуляры 2 и 3, объективы 4 и 7, увеличеніе 60—350 разъ, стоитъ 120 мар.

E. Hartnack въ Потсдамѣ, Waisenstrasse 39, штативъ VIII, окуляры 2 и 4, объективы 4 и 8 (прежней конструкціи), увеличеніе отъ 50 до 600 разъ, цѣна 164 марки.

I. Klönne et G. Müller въ Берлинѣ S. Prinzenstrasse 71. Штативъ 17 (студенческій микроскопъ съ желѣзною подковообразною ножкою), окуляры II и V, объективы 5 и 7, увеличеніе 70—600, съ предметнымъ микрометромъ, цѣна 100 мар. Штативъ 16, сдѣланный весь изъ желтой мѣди, стоитъ на 15 мар. дороже.

T. W. Schieck въ Берлинѣ S. W. Hallesche Strasse 14, штативъ F, окуляры 0 и 2, объективы 3 и 7, увеличеніе 70—550, цѣна 135 мар.

Fr. Schmidt и Haensch въ Берлинѣ, S. Stallschreiberstrasse 4, штативъ № 7, съ окулярами и объективами 2 и 4, увеличение отъ 20 до 500 разъ, цѣна 135 мар.

R. Winkel въ Гёттингенѣ, штативъ (каталогъ 1884 г.) окуляры 2 и 5, объективы 3 и 7, увеличение 80 — 660 разъ, цѣна 140 мар.

S. Plösl & Co., Wien IV, Goldeggasse 6, микроскопъ № 4, съ окулярами 2 и 4 и объективами III и VII, увеличение отъ 60 до 600, цѣна 75 австрійскихъ флориновъ.

C. Reichert въ Вѣнѣ, VIII Bennogasse 26. Средній штативъ № III, съ окулярами II и IV и объективами 3 и 7, увеличение 65—440, цѣны отъ 80 австрійскихъ флориновъ.

Bézu, Haussier & Co. въ Парижѣ, rue Bonaparte 1, наслѣдники фирмы Hartnack & Prazmowski, производятъ такіе же инструменты, какіе указаны нами у Е. Hartnack'a въ Потсдамѣ, и по тѣмъ же цѣнамъ.

C. Véricъ въ Парижѣ, rue de la Parcheminerie 2 (каталогъ 1882 г.), модель 5, отгибашійся, съ вращающейся діафрагмою и вытяжною трубкою, съ двумя окулярами, 1 и 3, и двумя объективами, 2 и 7, увеличение отъ 60 до 570 разъ. Цѣна 165 франковъ. Штативъ модель 4, тоже отгибашійся, съ цилиндрическими діафрагмами, вытяжною трубкою, допускаетъ употребленіе освѣтительныхъ и поляризационныхъ приборовъ. Съ тѣми же окулярами и объективами 2, 6 и 7, увеличение отъ 60 до 780 разъ, стоитъ 260 франковъ. Безъ объектива 7 стоитъ приблизительно на 50 фр. дешевле. Эти два инструмента въ настоящее время особенно распространены во Франціи.

A. Nachet въ Парижѣ, rue St. Severin 17, (каталогъ 1881 г.). Штативъ № 8, окуляръ 1 и 3, объективы 3 и 6. Увеличение отъ 80 до 550. Цѣна около 180 фр. Предложенная здѣсь комбинація въ каталогѣ не приводится и вмѣсто штатива № 8 указывается № 10, который не имѣетъ діафрагмы и потому не можетъ быть рекомендованъ. Штативъ № 8 можно отгибать и онъ снабженъ цилиндрическими діафрагмами. Совершенно сходенъ съ штативомъ № 8 штативъ № 9, но имѣетъ пластинчатую діафрагму. Цѣна послѣдняго, съ окуляромъ 1 и 3, объективомъ 3 и 6 и освѣтительнымъ стекломъ 160 фр.

Англійскіе микроскопы извѣстныхъ фирмъ Ross & Co, New Bond Street 112 и Powell and Lealand, Euston Road 170, въ Лондонѣ, равно какъ и американскіе Zentmeyer'a въ Филладельфіи, South Fourth Street 147, значительно дороже указанныхъ до сихъ поръ и потому для начинающаго представляютъ меньшій интересъ. Притомъ, большая часть англійскихъ и американскихъ штативовъ устроена сложнѣе, чѣмъ это необходимо и въ нихъ передвигается посредствомъ винтовъ то, что гораздо удобнѣе можетъ быть передвинуто пальцами. Больши́

всего можно рекомендовать «Students Monocular Microscope Stand» № 1, Ross & Co. съ грубою установкою посредствомъ передвиженія трубки и точною установкою при помощи микрометрическаго винта, съ круглымъ, вращающимся стекляннымъ столикомъ, выдвижною трубою, къ которой приходится континентальные окуляры, съ однимъ окуляромъ стоитъ 4 £ 10 s, диафрагма къ столику 8 s, ящикъ къ микроскопу отдѣльно 11 s. — Къ нему былъ бы нуженъ One-inch объективъ 15^o, стоящій 1 £ 5 s и 1—5 th 75^o, стоящій 2 £ 2 s, всего 8 £ 16 s; желателенъ еще другой окуляръ, стоящій 1 £. — Грубая установка при помощи зубчатого колеса увеличиваетъ цѣну штатива (Students Monocular Microscope Stand № 2) на 15 s.

Число оптическихъ институтовъ, производящихъ хорошіе инструменты, могло бы быть еще увеличено, но я предпочелъ ограничиться наиболѣе извѣстными.

Указанныя комбинаціи таковы, что каждая изъ нихъ — предполагая надлежащее исполненіе со стороны оптика — достаточна для того, чтобы начинающій могъ продѣлать почти всѣ задачи этой книги.

Предложенные штативы допускаютъ употребленіе и болѣе сильныхъ объективовъ, такъ что практикантъ, пріобрѣтшій нѣкоторую опытность въ употребленіи своего инструмента, можетъ усилить его качества, прикупивъ позже одинъ или нѣсколько болѣе сильныхъ объективовъ. — Въ такомъ случаѣ прежде всего можно указать слѣдующіе объективы:

C. Zeiss, объективъ для водной иммерсіи J съ коррекціей 164, безъ коррекціи 144 марки.

E. Leitz, объективъ для водной иммерсіи 9, съ коррекціей 75, безъ нея 63 мар.

J. Klönne и G. Müller, объективъ для водной иммерсіи 9, безъ коррекціи 50 мар.

W. H. Seibert, объективъ для водной иммерсіи VII a безъ коррекціи 60, VII b съ коррекціей 75 мар.

L. Bénèche, объективъ для водной иммерсіи 10, безъ коррекціи 60, съ коррекціей 90 мар.

E. Hartnack, объективъ для водной иммерсіи 9, съ коррекціей 120 мар.

Fr. Schmidt und Haensch, объективъ для водной иммерсіи 10, съ коррекціей 90 мар.

R. Winkel, объективъ для водной иммерсіи B, съ коррекціей 140 мар.

Plösl & Co, объективъ для водной иммерсіи J, безъ коррекціи 50, съ коррекціей 75 австр. флор.

C. Reichert, объективъ для водной иммерсии 10, безъ коррекціи 40, съ коррекціей 50 австр. флор.

Bézu, Heusser et Co., новый сухой объективъ изъ четырехъ линзъ 9, 90 фр.

C. Véricq, объективъ 9, для водной иммерсии, съ коррекціей 150 фр.

A. Nachet, объективъ для водной иммерсии 9, безъ коррекціи 100, съ коррекціей 150 фр.

Ross & Co. (Price-List 1883, p. 12) 1—8th можетъ быть употребляемъ сухимъ или для водной иммерсии, стоитъ 8 £ 8s.

Powell and Lealand (Catalogue 1883) $\frac{1}{8}$ для водной иммерсии 9 £ 9s.

Начинающій, если онъ желаетъ сразу приобрести и иммерсионную систему, сдѣлаетъ во всякомъ случаѣ лучше, покупая объективъ безъ коррекціи, такъ какъ правильное употребленіе этой послѣдней требуетъ большой опытности. Но и болѣе опытный, при употребленіи иммерсионныхъ системъ, которыя здѣсь предложены, можетъ обходиться безъ коррекціи, такъ какъ послѣдняя для слабыхъ иммерсионныхъ системъ вообще излишняя. Иммерсионная система безъ коррекціи приспособлена къ средней, указываемой оптикомъ, толщинѣ покровныхъ стеколъ, поэтому нужно только приобрести покровныя стекла соотвѣственной толщины. Но если имѣются въ распоряженіи подобныя покровныя стекла, тогда и при сильныхъ иммерсионныхъ системахъ можно обходиться безъ коррекціи, и послѣдняя окажется нужной только при разсматриваніи готовыхъ препаратовъ, снабженныхъ покровными стеклами иной толщины. Коррекціонная оправка, если иммерсионная система снабжена таковою, имѣетъ дѣленія, намѣченныя цифрами, при помощи которыхъ, въ извѣстныхъ предѣлахъ, возможно сдѣлать установку для определенной толщины покровнаго стеклышка, если она извѣстна.

Кто можетъ затратить болѣе значительную сумму, тотъ сдѣлаетъ хорошо, если сразу купить систему для гомогенной иммерсии. Системы въ $\frac{1}{12}$ и $\frac{1}{18}$ англійскаго дюйма для гомогенной иммерсии стоятъ у Цейсса 350 и 400 мар.; 1a ($\frac{1}{12}$), 2 ($\frac{1}{16}$) и 3 ($\frac{1}{20}$) у Лейтца — 130, 150 и 200 мар.; у Зейберта XII ($\frac{1}{12}$), XIII ($\frac{1}{16}$) и XIV ($\frac{1}{20}$) — 200, 260 и 320 мар.; у Винкеля $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{14}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{24}$ и $\frac{1}{28}$ — 150, 180, 250, 320 и 500 мар.; у Гартнака I ($\frac{1}{12}$), II ($\frac{1}{18}$), III ($\frac{1}{24}$) — 200, 250 и 350 мар.; у Клёне и Мюллера $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{16}$ и $\frac{1}{20}$ — 120, 150, 230 300 мар.; у Шика $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{18}$ и $\frac{1}{24}$ — 90, 120, 200 и 300 мар.; у Рейхерта $\frac{1}{15}$ и $\frac{1}{20}$ — 100 и 150 австр. флор.; у Верика 9 ($\frac{1}{12}$), 10 ($\frac{1}{16}$) и 12 ($\frac{1}{21}$) — 200, 250 и 350 фр.; подобныя же цѣны и у другихъ континентальныхъ оптиковъ. Напротивъ, англійскія

системы стоятъ дороже; у Повеля и Лелянда $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{25}$ стоятъ отъ 12 до 30 £.—Системы эти безъ коррекціи, потому что толщина употребительныхъ покровныхъ стеколъ для нихъ почти безразлична. Эти системы допускаютъ употребленіе гораздо болѣе сильныхъ окуляровъ, чѣмъ системы сухія и даже для водной иммерсіи, такъ что съ одной подобной системой, положимъ въ $\frac{1}{12}$, переменною окуляровъ достигаютъ тѣхъ же результатовъ, какія получаются отъ нѣсколькихъ системъ для водной иммерсіи. Такимъ образомъ одна система для гомогенной иммерсіи, если она хорошо сдѣлана, можетъ замѣнить нѣсколько системъ другого рода. Самые лучшіе результаты даютъ системы для гомогенной иммерсіи однако при употребленіи освѣтительнаго прибора Аббе, который можетъ быть приспособленъ только къ большимъ, слѣдовательно, къ болѣе дорогимъ штативамъ. Наиболѣе дешевый штативъ такого рода у Цейсса, это № V a, который стоитъ безъ освѣтительнаго прибора Аббе 95 мар., а съ этимъ приборомъ—150 мар. Верхняя часть этого штатива (столликъ и вышележащія части) не вращается вокругъ оптической оси; а такъ какъ такое устройство имѣетъ несомнѣнно большія преимущества, то слѣдуетъ отдать предпочтеніе штативу II, съ вращеніемъ вокругъ оптической оси. Штативъ этотъ стоитъ вмѣстѣ съ освѣтительнымъ приборомъ Аббе 250 мар. У Лейтца наиболѣе дешевый штативъ, допускающій примѣненіе освѣтительнаго прибора Аббе, есть штативъ I b, безъ вращенія, и стоитъ 90 мар.; освѣтительный приборъ къ нему стоитъ еще 50 мар. У Зейберга освѣтительный приборъ можетъ быть приспособляемъ до штатива 4 включительно, который стоитъ тоже 90 мар., а освѣтительный приборъ къ нему — 54 мар. У Рейхерта освѣтительный приборъ Аббе стоитъ 30 флориновъ и можетъ быть примѣняемъ къ штативамъ I, II, II^b и II^c (последній стоитъ 64 флор.). У Винкеля измѣненный въ своей конструкціи освѣтительный аппаратъ Аббе, стоящій 68 мар., можетъ быть приспособляемъ къ штативамъ 1—2, изъ которыхъ послѣдній стоитъ 98 мар. Для болѣе крупныхъ штативовъ на, значены также усовершенствованные освѣтительные приборы Дюжардена, предлагаемые Гартнакомъ и Безю, Гауссеромъ и К⁰ (цѣна 40—50 мар.). Подобный же освѣтительный приборъ предлагаетъ Верикъ за 50 фран. Подобныя же условія находимъ и у другихъ оптиковъ. Слѣдуетъ еще упомянуть о томъ, что Винкель конструируетъ весьма удобные освѣтительные приборы, стоящіе 48 мар., безъ заѣмки 38 мар., они назначены для его штативовъ 3 до 5^a, изъ которыхъ послѣдній стоитъ 75 мар. — Кромѣ того Винкель предлагаетъ освѣтительные приборы меньшей величины для малыхъ штативовъ, вставляющіеся въ цилиндры для діафрагмъ; приборъ съ діафрагмой для концентрическаго освѣщенія и для темнаго поля зрѣнія стоитъ 14 мар.,

безъ таковой 10 мар., также и Зейбертъ конструируетъ освѣтительные приборы весьма простаго устройства, стоящіе 15 мар., которые можно примѣнять къ каждому штативу имѣющему цилиндръ для діафрагмы. — Клённе и Мюллеръ предлагаютъ маленькіе освѣтительные приборы за 30 мар.; они примѣнимы къ ихъ штативамъ до № 8 включительно. Рейхертъ изготовляетъ, для рекомендованнаго уже штатива III, весьма хорошій освѣтительный приборъ, допускающій всѣ модификаціи прямого и косаго освѣщенія и стоящій 20 флор.; онъ же даетъ простой конденсоръ для всѣхъ штативовъ съ цилиндрическими діафрагмами за 6 флор. — Въ каталогъ Наше предлагается конденсоръ для косаго освѣщенія и для темнаго поля зрѣнія за 25, 15 и 15 фр. Но даже и съ маленькими перечисленными мною штативами, системы для гомогенной иммерсіи и безъ спеціальныхъ освѣтительныхъ приборовъ могутъ быть употребляемы съ большою пользою.

Объективы одной оптической мастерской можно употреблять со штативами другой мастерской, тѣмъ болѣе, что большинство оптиковъ снабжаютъ теперь трубку микроскопа одной и той же нарѣзкою «society-screw». При заказѣ объектива на континентѣ для микроскопа, имѣющаго трубку употребительной на континентѣ длины (150—170 *mm.*), нѣтъ надобности обозначать длину трубки; напротивъ, это необходимо, если длина трубки болѣе указанной нормы. Особенно необходимо соблюдать это при заказѣ объективовъ для гомогенной иммерсіи.

Изложеніе теоріи полученія микроскопическаго изображенія не входитъ въ кругъ моей задачи въ этомъ отношеніи я ограничиваюсь указаніемъ на учебники физики и спеціальныя сочиненія о микроскопѣ. 1) Напротивъ того, задача моя состоитъ въ томъ, чтобы познакомить начинающаго съ главнѣйшими данными микроскопической ботаники, съ употребленіемъ микроскопа и микроскопическою техникою. Эти наставленія должны быть сдѣланы при самомъ изученіи предметовъ; и чтобы разсѣянные въ текстѣ указанія, въ случаѣ надобности, легко могли быть находимы, я даю въ концѣ книги подробный указатель.

Кромѣ сложнаго микроскопа, который мы до сихъ поръ исключительно имѣли въ виду, необходимъ еще и простой, такъ называемый, препарирный микроскопъ или симплексъ. Большой препарирный микроскопъ (№ 107 въ каталогъ Цейсса 1883 г.) съ принадлежащей къ нему системою линзъ, которая при сравнительно большомъ фокусномъ разстояніи даетъ увеличенія въ 15, 20, 30, 40, 60 и 100 разъ, стоитъ у Цейсса 80 мар. Но для цѣлей этой книги достаточенъ уже и гораздо болѣе простой малый препарирный штативъ (№ 111 каталога), въ 18 марокъ, съ одной лупой, дающей увеличенія въ 5 и 10 разъ (№ 112) и

стоющею 6 мар., однимъ дублетомъ, увеличивающимъ 15 разъ и другимъ, съ увеличеніемъ въ 30 разъ (№ 113), по 6 мар. каждый. Употребляемая съ этимъ штативомъ лупа можетъ служить также и въ качествѣ ручной лупы. Подобные большіе и малые микроскопы изготовляются по той же приблизительно цѣнѣ и другими оптиками.

Вмѣсто симплекса можетъ служить и обращающая изображение призма (*prisme redresseur*) Наше, которую насаживаютъ на сложный микроскопъ. У Наше эта призма (25 фр.) соединена съ окуляромъ (стоитъ вмѣстѣ съ окуляромъ 35 фр.), также точно у Зейберга (съ окуляромъ 30 мар.); у Цейсса (безъ окуляра 18 мар.) она надѣвается при помощи тарелкообразной оправы на 2-й окуляръ. — Для такой цѣли служить и обращающій изображение окуляръ (*oculaire redresseur à prisme et à vision directe*) стоитъ у Пражмовскаго (*Bézu, Hausser & Co.*) 35 фр. Препарированіе со сложнымъ микроскопомъ имѣетъ, при очень мелкихъ объектахъ, то преимущество, что послѣднихъ не теряютъ изъ виду и что, слѣдовательно, не надо ихъ предварительно отыскивать, какъ при перенесеніи изъ подъ сложнаго микроскопа подъ симплексъ и наоборотъ. Препарированіе съ обращающимъ изображеніе окуляромъ врядъ ли труднѣе, чѣмъ съ симплексомъ; напротивъ, при употребленіи обращающей призмы вначалѣ затрудняетъ то, что приходится смотреть не прямо внизъ, по направленію къ рукамъ, но наискось впередъ. Обращающая изображение призма, если надѣта на какойнибудь другой окуляръ, а не на 2., уменьшаетъ поле зрѣнія. Сложный микроскопъ, который такимъ образомъ употребляютъ для препарированія, долженъ быть снабженъ соотвѣтственно болѣе слабыми объективами; могутъ быть рекомендованы для этой цѣли объективы a_1 и a_3 Цейсса, стоящіе по 12 мар., или другія равно слабыя системы.

Къ необходимѣйшимъ принадлежностямъ микроскопическаго изслѣдованія принадлежитъ хорошая лупа, такъ при помощи послѣдней часто нужно бываетъ сначала оріентироваться относительно предмета, который затѣмъ имѣетъ быть изслѣдованъ съ болѣе сильнымъ увеличеніемъ. Если препарирный микроскопъ снабженъ лупами, то эти послѣднія, какъ уже было упомянуто, могутъ служить и ручными лупами. Но въ такомъ случаѣ можно бы посоветовать пріобрѣсть еще лупу, увеличивающую около 6 разъ. Очень хороши, но соотвѣтственно дороги (12—15 мар.), алланатическія лупы (№ 115 и 115^a Цейссовскаго каталога).

Въ качествѣ рисовальной призмы (*camera lucida*) для употребленія съ микроскопомъ я больше всего рекомендую новую камеру люциду по Аббе (каталогъ Цейсса № 64), которая сто-

ить 30 мар., или камеру люциду съ двумя призмами (№ 65 Цейссовскаго каталога), стоящую 21 мар. Первая специально приспособлена Цейссомъ ко 2 окуляру, на который она надвигается; во время наблюденія ее снимаютъ. Вторая надвигается при помощи кольца на трубку микроскопа или на окуляръ; она требуетъ рисованія на наклонной плоскости, но представляетъ то преимущество, что ее не надо снимать съ микроскопа, а только отодвигать во время наблюденія въ сторону. Для работъ приборовъ необходимъ рисовальный пюпитръ, именно для камеры Аббе, горизонтальный, а для рисовальной призмы наклонный подъ угломъ приблизительно въ 25° . Высота пюпитра вообще должна быть равной высотѣ столика микроскопа, но дальнорукіе или близорукіе должны сообразовать ее съ разстояніемъ, на которомъ они наиболѣе ясно видятъ.

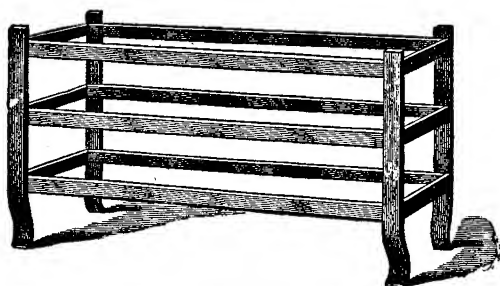
Далѣе, необходимъ еще маленькій предметный микрометръ, который у Цейсса стоитъ 10 мар. (№ 46 каталога) и представляетъ миллиметръ, раздѣленный на 100 частей. Приблизительно столько же стоитъ онъ и у другихъ оптиковъ.

Каждый твердо стоящій столъ можетъ быть употребленъ для микроскопированія, но надо обращать вниманіе, чтобы онъ не былъ слишкомъ малъ и не имѣлъ блестящей поверхности. Лучше всего окрасить поверхность стола въ черный цвѣтъ. Столъ помѣщаютъ такъ, чтобы микроскопъ находился на разстояніи $1\frac{1}{2}$ или 2 метровъ отъ окна. Всякое положеніе окна годится, если оно открыто. Отъ непосредственнаго солнечнаго свѣта защищаются бѣлой шторой, которую лучше всего сдѣлать изъ прозрачнаго полотна или кальки. Яркій бѣлый свѣтъ, получающійся въ томъ случаѣ, когда на бѣлую штору падаетъ непосредственный солнечный свѣтъ, представляется самымъ лучшимъ для наблюденій съ сильными увеличеніями.

Необходимыя предметныя и покровныя стекла приобретаютъ у Heinrich Vogel'я въ Гиссенѣ, P. Stender'a въ Лейпцигѣ, Königsstrasse 11, E. Kaiser'a въ Берлинѣ, Albrechtsstrasse 18, H. Bocker'a въ Ветцларѣ, C. Zeiss'a въ Иенѣ и у многихъ др. При покупкѣ предметныхъ стеколъ слѣдуетъ избирать или гиссенскій, или англійскій форматъ. Предметныя стекла гиссенскаго формата имѣютъ 48 *mm.* длины и 28 *mm.* ширины. Гиссенскій форматъ имѣетъ преимущество въ томъ отношеніи, что не выдается за край столика микроскопа и потому предохраненъ отъ толчковъ. Англійскій форматъ въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ удобнѣе.—Для обыкновенныхъ наблюденій слѣдуетъ брать квадратныя покровныя стекла, сторона которыхъ равна 18 *mm.*; но надо имѣть и большей величины, для особенно крупныхъ объектовъ, а также и меньшія, которыя могутъ годиться при заклеиваніи препаратовъ. Если имѣются сильные объективы, то

хорошо приобрести для нихъ покровныя стекла определенной толщины.

Далѣе, необходимо имѣть нѣсколько плоскихъ и нѣсколько обыкновенныхъ бритвъ; тонкій и толстый стальной пинцетъ; маленькія, остроконечныя препарирныя ножницы, нѣсколько ручекъ для иголъ, въ родѣ тѣхъ, какія употребляются для тамбурныхъ крючковъ, но такого устройства, чтобы онѣ могли держать самыя тонкія иголки; къ этимъ ручкамъ — англійскія иголки № 8 и выше; нѣсколько скальпелей; нѣсколько маленькихъ кисточекъ; маленькій ручной зажимъ, вродѣ употребляемыхъ часовыми мастерами; нѣсколько пипетъ; стекляныя трубочки и стекляныя палочки; часовыя стекла различной величины и соответственныхъ размѣровъ стекляныя пластинки, чтобы ихъ накрывать; низкіе стеклянные колпаки, для устройства влажныхъ камеръ; цинковыя этажерки, вродѣ изображенной (фиг. 1) въ половину натуральной величины, которыя



Фиг. 1.

ставятъ подъ колпакъ и на которыхъ помѣщаютъ предметныя стекла; два соответственно высокихъ колпака, чтобы накрывать сложный и простой микроскопы; наконецъ, бузину сердцевину.

Списокъ необходимыхъ реактивовъ приведенъ въ концѣ этой книги.

Для храненія микроскопическихъ препаратовъ рекомендовались различнѣйшіе ящики и ихъ изготовляетъ въ различной формѣ, напр. Theodor Schröter въ Лейпцигѣ. Особенно удобными кажутся мнѣ ящики около 7 ст. вышины, съ открывающейся передней стороною и снабженные пятнадцатью лежащими одна на другой картонными пластинками. Каждая картонная пластинка раздѣлена наклеенными на нее картонными рамками на десять клѣтокъ, въ которыхъ помѣщается соответственно и десять препаратовъ. Преимущество такого устройства заключается въ томъ, что препараты лежатъ горизонтально и легко

могутъ быть осматриваемы. Но предметныя стекла должны быть снабжены предохранительными поперечными пластинками, чтобы они не страдали, напр. при случайномъ переворачиваніи ящика.—Эти ящики удобны также и для предварительнаго храненія еще незаклеенныхъ препаратовъ, на сколько эти послѣдніе не подвергаются высыханію.

Примѣчаніе къ введенію.

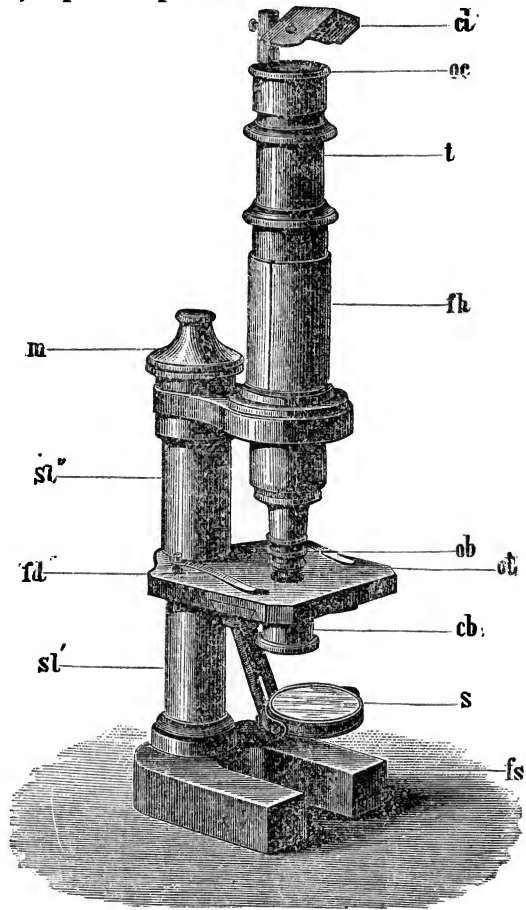
¹⁾ Преимущественно для ботаниковъ: Naegeli und Schwendener, das Mikroskop. 2. Aufl. 1877. Dippel, das Mikroskop. 2. Aufl. 1882. и Grundzüge der allgemeinen Mikroskopie 1885. Behrens, Hilfsbuch etc. 1883.

I. Упражнение.

Употребленіе микроскопа. Строеніе крахмала.

Познакомимся прежде всего съ отдѣльными частями сложнаго микроскопа (фиг. 2) и рассмотримъ для этой цѣли штативъ Цейсса VII^a. Въ этомъ штативѣ должно различать: подковобразную ножку *fs*, столбикъ *sl*, предметный столикъ *ot*, гильзу *fh*, трубку *t*, зеркало *z* и микрометрическій винтъ *m*.

Зеркальная оправа соединяетъ два зеркала, съ одной стороны плоское, съ другой вогнутое. Первое употребляютъ при слабыхъ, второе — при болѣе сильныхъ увеличеніяхъ. Столѣкъ снабженъ по срединѣ круглымъ отверстіемъ, которое служитъ для прохожденія отраженнаго зеркаломъ свѣта. Подъ этимъ отверстіемъ находятся въ данномъ случаѣ цилиндрическія діафрагмы. Онѣ укрѣплены въ салазкахъ, которыя можно видвигать сбоку изъ предметнаго столика. Салазки снабжены цилиндрическою гильзою, въ которую вставляется движущійся въ верхъ и въ низъ ци-



Фиг. 2. Штативъ VII^a Цейсса съ рисовальною призмою *cl* $\frac{1}{2}$ наст. вел., *fs* ножка, *sl'* нижняя, *sl''* верхняя часть столбика, *ot* предметный столикъ, *cb* цилиндрическія діафрагмы, *fd* нажимы, *z* зеркало, *m* микрометрическій винтъ, *fh* гильза, *t* трубка, *ob* объективъ, *oc* окуляръ.

цилиндръ. Въ верхнее отверстіе этого цилиндра вставляютъ необходимые діафрагмы, которыми снабженъ инструментъ. Подвижный цилиндръ вдвигаютъ въ салазки сначала на столикъ, чтобы возможно было вдвинуть салазки, затѣмъ подвигаютъ его въ верхъ, пока верхняя поверхность діафрагмы не сравняется съ верхнею поверхностью предметнаго столика. При помощи этихъ діафрагмъ регулируютъ соответственно потребности освѣщенія, но для начала мы предпочитаемъ вынуть цилиндръ съ діафрагмой изъ его гильзы совершенно. Въ среднемъ штативѣ Лейтца гильза, служащая для помѣщенія цилиндра съ діафрагмами, прикрѣплена на нижней сторонѣ предметнаго столика къ вращающемуся рычагу и для перемѣны діафрагмъ можетъ быть выдвигается наружу. Цейссовскіе штативы VII^b и VIII снабжены, вмѣсто цилиндрическихъ діафрагмъ, выпуклою, эксцентрически прикрѣпленную круглою пластинкою, которую вращаютъ, чтобы поставить въ оптической оси микроскопа различной величины отверстія. На предметномъ столикѣ вставлены нажимы (*fd*), которые служатъ для укрѣпленія предметнаго стекла. Мы сначала удалимъ ихъ совершенно, если это возможно. — Трубка *t* передвигается въ гильзѣ *fh*. Только въ большихъ штативахъ не бываетъ гильзы и трубка движется при помощи зубчатого колеса. — Вынимаемъ трубку изъ гильзы и навинчиваемъ на нее слабый объективъ, напр. В Цейсса, 3 Лейтца и-т. п. Узнается же болѣе слабый объективъ по большей величины переднему его стеклу. Затѣмъ трубку снова вставляемъ въ гильзу и приближаемъ объективъ къ предметному столику на столикъ, чтобы онъ отстоялъ отъ послѣдняго всего на 1 *cm*. Въ верхній конецъ трубки вставляемъ теперь окуляръ 2, который мы преимущественно употребляемъ при Цейссовскомъ инструментѣ, да и съ микроскопами другихъ фирмъ слѣдуетъ употреблять преимущественно слабые окуляры. — Изображенную на фигурѣ надъ окуляромъ рисовальную призму *cl*, мы пока оставимъ въ сторонѣ. — Инструментъ нашъ помѣщаемъ противъ окна, на разстояніи приблизительно въ полтора или два метра, теперь, глядя въ окуляръ, до тѣхъ поръ измѣняемъ положеніе зеркала, пока поле зрѣнія микроскопа не будетъ равномерно и хорошо освѣщено. При этомъ необходимо обращать вниманіе на то, чтобы зеркало не было выведено изъ оси инструмента (какъ это напр. представлено на фигурѣ) въ передъ или въ бокъ, такъ какъ мы будемъ производить наблюденія при прямомъ освѣщеніи. Напротивъ того, смотря потому, какой силы освѣщеніе мы желаемъ имѣть, можно зеркало двигать вверхъ или внизъ, такимъ образомъ приближая или удаляя его отъ предметнаго столика.

Теперь вытираютъ на-чисто предметное стекло и помѣщаютъ на немъ каплю колодезной воды.

Затѣмъ, для изслѣдованія, возьмемъ картофельный клубень. Разрѣзываемъ его карманнымъ ножомъ и небольшое количество выступившаго на разрѣзъ сока переносимъ тѣмъ-же ножомъ въ каплю воды. Послѣ того покрываемъ каплю покровнымъ стеклышкомъ. Послѣднее тоже предварительно должно быть очищено и притомъ съ особенною осторожностію. Лучше всего это дѣлать, держа стеклышко плоско между пальцами, посредствомъ кусковъ стараго полотна. Если капля надлежащей величины, то сбоку изъ подъ покровнаго стеклышка вовсе не выступаетъ вода; если-же это случилось, то излишекъ воды должно удалить посредствомъ пропускной бумажки, или лучше сдѣлать другой препаратъ, такъ какъ въ такомъ случаѣ, подъ влияніемъ сосущей бумажки, уплываетъ и большинство зернышекъ, предназначенныхъ для наблюденія.

Наконецъ, помѣщаемъ нашъ препаратъ на предметномъ столикѣ микроскопа и именно такъ, чтобы предметъ приходился противъ середины его отверстія. Чтобы сдѣлать правильную установку, сначала опускаютъ трубку внизъ столько, наблюдая сбоку, чтобы объективъ почти касался препарата. Затѣмъ, глядя одновременно въ окуляръ, поднимаютъ трубку возможно медленно въ верхъ. Движеніе это лучше всего сопровождать вращеніемъ въ гильзѣ. Вскорѣ наступаетъ моментъ, въ который невидимый до сихъ поръ предметъ начинаетъ обнаруживаться въ видѣ мелкихъ зеренъ. Если объективъ поднять уже надъ предметнымъ стекломъ болѣе чѣмъ на 2-см. и зеренъ не видно, то или послѣднія лежатъ внѣ поля зрѣнія, или же трубку микроскопа поднимали слишкомъ скоро, вслѣдствіе чего быстро появившееся и столь-же быстро исчезнувшее изображеніе не было замѣчено. Въ такомъ случаѣ не надо отыскивать предметъ, подвигая трубку внизъ, такъ какъ при этомъ можно раздавить покровное стеклышко, испортить препаратъ или замазать объективъ; лучше, смотря сбоку, вторично опустить трубку такъ, чтобы объективъ почти касался покровнаго стекла и затѣмъ снова, глядя въ окуляръ, еще медленно подвигать вверхъ трубку. Если и теперь цѣль не достигается, то надо предполагать, что предметъ лежитъ внѣ поля зрѣнія, а потому необходимо поцрбовать передвинуть предметное стекло. Вскорѣ во всякомъ случаѣ удастся обнаружить въ полѣ зрѣнія зерна и тогда нужно прекратить движеніе трубки, т. е. «грубую установку», чтобы еще произвести «точную установку» при помощи микрометрическаго винта (*m*, Fig. 2). Послѣдній вращаютъ въ одну сторону, а если изображеніе при этомъ становится менѣе яснымъ, то въ другую. Установка совершена, когда изображеніе представляется возможно рѣзко ограниченнымъ. Въ нашемъ штативѣ (фиг. 2) микрометрическій винтъ помѣщается на верхнемъ концѣ столбика «sl», но въ другихъ штативахъ

можетъ находиться и на нпжнемъ его концѣ.—Въ большихъ штативахъ грубая установка производится не отъ руки, но помощью зубчатого колеса.

Констатировавъ такимъ образомъ, при слабомъ увеличеніи, существованіе мелкихъ зеренъ въ полѣ зрѣнія микроскопа и замѣтивъ и на будущее время разстояніе между этимъ слабымъ объективомъ и предметомъ, т. е. его фокусное разстояніе, оставляютъ на мѣстѣ предметное стекло и вынимаютъ изъ гильзы трубку, отвинчиваютъ слабый объективъ и замѣняютъ его болѣе сильнымъ (но ни коимъ образомъ еще не иммерсионнымъ, лучше всего D Цейсса, 7 Лейтца и т. п.). Затѣмъ снова вдвигаютъ трубку въ гильзу и именно такъ, чтобы объективъ почти касался покровнаго стеклышка и производятъ установку, по прежнему подвигая трубку вверхъ, что должно производить, если возможно, еще медленнѣе, чѣмъ со слабымъ объективомъ. Такъ какъ препаратъ оставленъ на предметномъ столѣ, на томъ-же мѣстѣ, то мы уже навѣрное знаемъ, что предметъ находится въ полѣ зрѣнія. Когда зерна обнаружилась при грубой установкѣ, производятъ точную установку помощью микрометрическаго винта. Мы замѣтимъ, что фокусное разстояніе при болѣе сильномъ объективѣ значительно меньше, нежели при слабомъ.

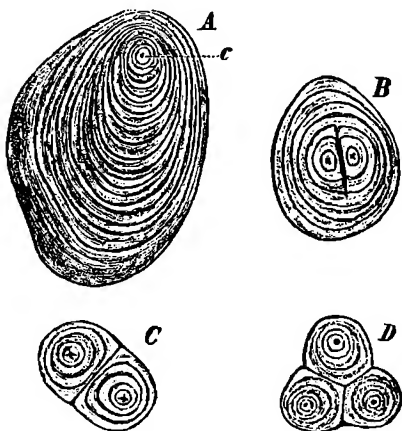
Теперь собственно только начинается наблюденіе. Начинаящему, если у него оба глаза одинаково хороши, слѣдуетъ пріучить себя микроскопировать лѣвымъ глазомъ. Такимъ образомъ правый глазъ у него останется свободнымъ и онъ его можетъ употреблять при рисованіи, продолжая лѣвымъ наблюдать. Многія микроскопическія рисовальныя призмы (такъ напр. представленная на фиг. 2) приспособлены именно для лѣваго глаза и тѣ, которые микроскопируютъ правымъ глазомъ, должны были-бы указывать это оптику при заказѣ такихъ рисовальныхъ призмъ. Начинаящій долженъ сразу-же оставлять открытымъ и тотъ глазъ, которымъ онъ не пользуется. Правда, окружающіе предметы, отражающіеся на сѣтчатой оболочкѣ его глаза, будутъ ему сначала мѣшать, но вскорѣ онъ привыкнетъ сосредоточивать все свое вниманіе на микроскопирующемъ глазѣ и будетъ оставлять другой совершенно недѣйственнымъ.

Мы легко замѣчаемъ, что наполняющія поле зрѣнія микроскопа безцвѣтныя зерна сплошныя и обнаруживаютъ слоистость. Это крахмальныя зерна. Предметное стекло медленно движутъ въ различныя стороны, чтобы сыскать мѣсто, въ которомъ зерна лежатъ не слишкомъ густо, такъ какъ въ подобномъ мѣстѣ легче фиксировать отдѣльное зерно. Кромѣ того, для продолжительнаго наблюденія избираютъ такія зерна, которыя обнаруживаютъ слоистость особенно явственно. То об-

стоятельство, что движеніе предметнаго стекла обнаруживается подъ микроскопомъ въ обратную сторону, представляетъ нѣкоторое затрудненіе только на первыхъ порахъ и, во всякомъ случаѣ, скоро привыкають производить необходимыхъ небольшихъ движеній. — Когда уже найдены отдѣльныя особенно хорошія зерна, ихъ увеличивають еще сильнѣе, вынимая слабый окуляръ и замѣняя его болѣе сильнымъ. При хорошихъ объективахъ изображеніе все таки будетъ хорошимъ, хотя освѣщеніе сдѣлается значительно слабѣе, недостатокъ, который, насколько возможно, устраняють, исправляя установку зеркала.

Иногда, при установкѣ препарата или при его перемѣщеніи, замѣчается, что изображеніе стало менѣе яснымъ. Въ такомъ случаѣ, по всей вѣроятности, на нижнюю линзу объектива попала изъ препарата жидкость. Это случается особенно легко, если жидкости взято слишкомъ много и она выступаетъ изъ подъ краевъ покровнаго стеклышка. Тогда необходимо вынуть трубку изъ гильзы и вытереть переднюю линзу объектива чистымъ, много разъ мытымъ полотномъ или, еще лучше его вытирають свѣжимъ изломомъ кусочка бузиновой сердцевины.

Крахмальные зерна картофеля клубня ¹⁾ достигаютъ сравнительно значительной величины. Они принадлежатъ къ числу такихъ, которыя имѣють эксцентрическое строеніе, такъ какъ ихъ органическій центръ с, фиг. 3 А не совпадаетъ съ геометрическимъ, но значительно приближается къ одному изъ концовъ зерна. Слои обнаруживаются съ неодинаковою ясностію (А); между сильнѣе выраженными замѣчаются слабѣе выраженные. Органическое ядро, вслѣдствіе оптическихъ причинъ, именно вслѣдствіе своей меньшей плотности, представляется окрашеннымъ въ розовый цвѣтъ. Яснѣе всего оно обнаруживается тамъ, гдѣ оно представляется полымъ. Въ такомъ случаѣ онъ имѣетъ видъ розовой точки, черты, креста или звѣзды съ темными очертаніями. Слои, непосредственно окружающіе ядро, имѣють концентрическое развитіе, но на нѣкоторомъ разстояніи уже обнаруживается эксцентричность, такъ какъ къ одному концу зерна слои становятся тоньше и частію даже совершенно выклиниваются въ этомъ



Фиг. 3. Зерна крахмала изъ картофеля клубня. А простое, В полусложное, С и D сложныя крахмальные зерна. с ядро. Увелич. 540.

направленіи. На этомъ слабѣе развитомъ концѣ зерна, который мы будемъ называть переднимъ, слоистость обнаруживается, вслѣдствіе небольшого разстоянія отъ поверхности, только не явственно.—Отдѣльные зерна имѣютъ весьма неодинаковую величину, значительно отличаются другъ отъ друга своею формою и не одинаково ясно обнаруживаютъ слоистость. Въ большинствѣ препаратовъ между крахмальными зернами находятъ круглыя образованія, которыя обнаруживаютъ при средней установкѣ небольшой, круглый, свѣтлый центръ и широкую, темную окружность; послѣдняя извнутри черная, снаружи темносѣрая, съ свѣтлыми кругами. Эти образованія суть заключенные въ служащей для наблюденія жидкости пузырьки воздуха. Ихъ видъ подъ микроскопомъ на столько характеренъ, что, разъ узанные, они врядъ ли могутъ быть смѣшаны съ какими нибудь другими явленіями. Лучи свѣта, проникающіе въ пузырьки воздуха изъ болѣе плотной среды, отклоняются, за исключеніемъ среднихъ, такъ сильно, что они не могутъ попасть въ объективъ, а потому пузырьки имѣютъ широкую темную окружность и небольшою свѣтлую средину. Если вращеніемъ микрометрическаго винта опустить трубку такъ, чтобы установку сдѣлать относительно нижней части пузырька воздуха, то увеличивается ясность и свѣтлость средняго кружка; вмѣстѣ съ тѣмъ величина его становится меньше, между тѣмъ ширина окружающихъ его черныхъ колецъ возрастаетъ. При поворачиваніи винта въ противоположную сторону, чтобы произвести установку относительно верхнихъ частей пузырька воздуха, увеличивается средний кружокъ, становясь нѣсколько менѣе свѣтлымъ; окружающій край дѣлается одновременно уже.

Если наблюдатель нашелъ крахмальное зерно съ хорошо выраженною слоистостію, то слѣдуетъ его срисовать. При микроскопированіи слѣдуетъ придавать рисованію величайшее значеніе, потому что подробности изображенія обнаруживаются для наблюдателя только тогда, когда онъ для передачи на рисунокъ сосредоточиваетъ на нихъ свое вниманіе. Такимъ образомъ, рисованіе предохраняетъ отъ бѣдлага, поверхностнаго наблюденія, принуждаетъ насъ къ тщательному, основательному изученію изображенія и болѣе всѣхъ другихъ средствъ изощряетъ наши наблюдательныя способности. Начинающему слѣдуетъ сначала стараться рисовать предметы отъ руки. Столько рисовальнаго таланта, сколько для этого требуется, онъ вѣроятно будетъ имѣть, или-же можетъ легко пріобрѣсти необходимое умѣніе посредствомъ упражненія. Предметъ не долженъ быть изображаемъ слишкомъ малымъ, если даже онъ и кажется наблюдателю очень небольшимъ. Правильная оцѣнка величины объекта въ полѣ зрѣнія микроскопа пріобрѣтается только путемъ продолжительнаго упражненія и на первыхъ порахъ лучше начи-

начинающему изображать предметы слишкомъ большими, чтобы онъ имѣлъ возможность передавать на своихъ фигурахъ всѣ подробности наблюденія. Не менѣе важно обозначить отдѣльныя части рисунка соответственными знаками и записать тутъ-же названіе растенія, предметъ и важнѣйшіе результаты наблюденія.

Крахмальные зерна картофеля нѣсколько сплюснены, что легко констатировать, если перекачивать ихъ, надавливая иглою во время наблюденія на край покровнаго стеклышка. Самыя мелкія зерна большею частію обнаруживаютъ лишь весьма слабую слоистость.

Кромѣ простыхъ зеренъ (въ родѣ *A* на фиг. 3), можно отыскать и полусложныя (подобныя *B*). Эти зерна заключаютъ въ себѣ два, рѣже большее число органическихъ ядеръ. Каждое ядро окружено нѣкоторымъ числомъ собственныхъ слоевъ и оба вмѣстѣ — большимъ или меньшимъ числомъ общихъ слоевъ. Нерѣдко эти два комплекса слоевъ отдѣлены другъ отъ друга щелью, которая простирается до общихъ слоевъ (*B*). Число слоевъ, окружающихъ отдѣльныя ядра, равно какъ и общихъ, можетъ быть различно.

Сложныя зерна, которые встрѣчаются гораздо чаще полусложныхъ, состоятъ изъ двухъ (*C*), рѣже изъ трехъ (*D*), очень рѣдко изъ большаго числа частичныхъ зеренъ. Сложныя зерна отличаются отъ полусложныхъ отсутствіемъ общихъ слоевъ. Слои развиты сильнѣе всего вдоль границъ частичныхъ зеренъ. Такимъ образомъ, частичныя зерна обращены своими задними концами другъ къ другу, а передними — въ противоположныя стороны. Линія, разграничивающая частичныя зерна, часто превращается въ щель.

Для сравненія слѣдуетъ теперь сдѣлать препаратъ изъ высушеннаго на воздухѣ крахмала, причемъ поступаютъ совершенно такъ, какъ и при изготовленіи перваго препарата, т. е. переносятъ небольшое количество крахмала въ каплю воды. Такъ какъ предметныя стекла могутъ быть не одинаковой толщины, то, при помѣщеніи препарата подъ микроскопъ, слѣдуетъ предварительно приподнять трубку.

Первый препаратъ можетъ еще пригодиться, а потому мы его помѣщаемъ въ большую влажную камеру. Эта влажная камера состоитъ изъ глубокой тарелки и стеклянаго колпака. На тарелкѣ помѣщается описанная и изображенная во введеніи цинковая этажерка (фиг. 1); кромѣ того, на тарелку наливаютъ столько воды, чтобы нижній край колпака былъ покрытъ ею.

Препаратъ помѣщаютъ на цинковой этажеркѣ, но предварительно необходимо посмотрѣть, не подсохла-ли въ немъ отчасти вода и, если-бы это случилось, то у края покровнаго

стеклышка пускаютъ каплю воды, такъ чтобъ она всосалась. Чтобы не смѣшать позже этотъ препаратъ съ другими, сдѣлаемъ на немъ отмѣтку цвѣтнымъ карандашомъ Фабера, пишу- щимъ прямо на стеклѣ.

Установивъ нащъ новый препаратъ, мы замѣтимъ, что слоистость въ высушенномъ на воздухѣ крахмалѣ замѣтна по меньшей мѣрѣ столь-же хорошо, какъ и въ свѣжемъ.

Этотъ препаратъ тоже помѣщаемъ во влажной камерѣ.



Фиг. 4. Зерна крахмала изъ съ- мянодолей *Phaseolus vulgaris*. Увел. 540.

Затѣмъ приготовляемъ препаратъ изъ высушеннаго на воздухѣ крахмала фасоли (*Phaseolus vulgaris*). Зерна (фиг. 4), разсматриваемыя въ каплѣ воды, представляются круглыми или овальными и нѣсколько сплюснены; преобладаетъ извѣстная средняя величина. Слоистость весьма явственная и очень равномерная; пластинки обнаруживаютъ почти одинаковую толщину. Строение центрическое. Ядро изслѣдуемыхъ въ водѣ зеренъ представляется полымъ, болѣе изодіаметрическимъ въ круглыхъ и нѣсколько удлинненнымъ въ овальныхъ формахъ. Отъ ядерной полости расходятся радіально щели, перестѣкающія слои подъ прямымъ угломъ и заостряющіяся къ периферіи зерна.

Небольшое количество крахмала фасоли помѣщаемъ теперь, вмѣсто воды, въ каплю глицерина, въ остальномъ поступая совершенно такъ же. Въ этой жидкости зерна кажутся вообще меньше; слоистость едва замѣтна; внутренняя полость и щели отсутствуютъ, такъ какъ они образуются подъ вліяніемъ воды, въ которой крахмалъ фасоли разбухаетъ.



А



В

Фиг. 5. Крахмальные зерна покупнаго остиидскаго арроурута (изъ корневища *Cuscuta leucorrhiza*). А съ плоской стороны, В нѣсколько склеенныхъ зеренъ сбоку. Увел. 540.

Иное опять строение имѣетъ крахмалъ остиидскаго арроурута (*Cuscuta leucorrhiza*). Въ данномъ случаѣ дѣлаютъ препаратъ изъ покупнаго крахмала, который, конечно, не всегда удастся купить. Если мы имѣемъ дѣйствительно настоящий остиидскій арроуруть, то зерна должны имѣть очень эксцентрическое строение (фиг. 5, А), къ переднему концу они суживаются, имѣютъ прекрасную, равномерную слоистость и очень плоскую форму. Очень часто многія зерна склеиваются своими плоскими сторонами и, разсматриваемыя сбоку, представляются въ видѣ денежныхъ кату-

шекъ (В). Величина и форма зеренъ значительно колеблется.

Вестиндскій арроурутъ, называемый также просто арроуромъ, изъ корневища *Maranta*, главнымъ образомъ изъ *Maranta arundinacea*, распространенъ въ торговлѣ, но въ отношеніи строенія представляетъ гораздо меньшій интересъ, чѣмъ остиндскій арроурутъ. Въ водѣ зерна его обнаруживаютъ большое сходство съ картофельными; но обнаруживаютъ меньшую, правда болѣе равномерную слоистость, имѣютъ болѣе округленную форму, вообще меньше, болѣе одинаковой величины. На мѣстѣ ядра болѣею частію находимъ щель въ видѣ сильно раздвинутого v.

Пшеничная мука очень плохо обнаруживаетъ слоистость; для изслѣдованія слѣдуетъ брать, какъ наиболѣе подходящія, крахмальные зерна *Triticum durum*. Разрѣзываютъ карманнымъ ножомъ. пшеничное зерно и съ плоскости разрѣза соскабливаютъ немного вещества, чтобы положить его въ каплю на предметномъ стеклѣ. Большія зерна крахмала имѣютъ совершенно круглую форму, сплюснены въ видѣ кружка и обнаруживаютъ равномерную слоистость (фиг. 6), но слои весьма неявственны. Впрочемъ нѣкоторые зерна все-таки достаточно хорошо обнаруживаютъ слоистость, равно какъ и центральное ядро. Какъ характеристическое явленіе, мы замѣтимъ въ препаратѣ кромѣ большихъ крахмальныхъ зеренъ, почти безъ переходныхъ формъ, мелкія зерна съ явственнымъ розовымъ ядромъ, но съ незамѣтною слоистостью. Нѣкоторое число такихъ зеренъ изображено при В. Въ нѣкоторыхъ препаратахъ сложные зерна не особенно рѣдки, но въ большей части не находимъ ихъ вовсе, такъ какъ они распадаются на частичныя зерна.



Фиг. 6. Пшеничная мука изъ *Triticum durum*. А большое, В мелкія зерна.

Крахмальные зерна овса (*Avena sativa*) лучше всего добывать, разрѣзавъ овсяное зерно по поламъ и взявъ немного въ воду для наблюденія. Здѣсь мы увидимъ прекрасныя сложные зерна, въ родѣ изображеннаго на прилагаемой фигурѣ. Величина этихъ сложныхъ зеренъ различна и соотвѣтственно тому различно и число входящихъ въ составъ его частичныхъ зеренъ. Наша фиг. 7 представляетъ такое сложное зерно средней величины.

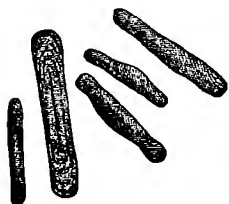


Фиг. 7. Крахмалъ *Avena sativa*. А сложное зерно, В его частичныя зерна.
Увел. 540.

Отдѣльныя частичныя зерна представляются многогранными, отдѣленными другъ отъ друга болѣе свѣтлыми линіями. Среди большихъ зеренъ находимъ мелкія, включительно до такихъ,

которые состоятъ только изъ двухъ частичныхъ зеренъ; наконецъ и совершенно простыя; но кромѣ того и многочисленныя остроугольныя частичныя зерна (B), которые произошли изъ разрушенныхъ при препарированіи сложныхъ зеренъ. Преобладаютъ зерна средней величины, приблизительно соответствующія нашей фиг. A. Слоистость въ этомъ объектѣ не видна, ядра замѣтны только въ видѣ исключения.

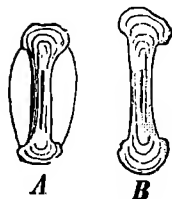
Особенно своеобразнаго вида крахмальные зерна находятся въ млечномъ сокѣ молочаевъ. Отрѣзываютъ любой кусокъ стебля какого нибудь вида молочая и окунаютъ плоскость разрѣза въ приготовленную на предметномъ стеклѣ каплю воды. Выступившій изъ разрѣза млечный сокъ распределяется въ каплѣ. Для изслѣдованія возьмемъ напримѣръ всюду распространенную *Euphorbia helioscopia*. Въ млечномъ сокѣ, который



Фиг. 8. Крахмальные зерна изъ млечнаго сока *Euphorbia helioscopia*. Увелич. 540.

распредѣляется въ водѣ въ видѣ маленькихъ капель эмульсиеобразно, увидимъ отдѣльныя, маленькія, палочкообразныя тѣла (фиг. 6). Это крахмальные зерна, о которыхъ идетъ рѣчь. Они оказываются сильно преломляющими свѣтъ; слабая слоистость обнаруживается только въ благопріятнѣйшихъ случаяхъ; иногда внутри зерна замѣчается продольная щель. Величина палочекъ нѣсколько колеблется, нѣкоторыя изъ нихъ по срединѣ немного утолщены. — Гораздо лучше сформированныя зерна этого рода

имѣютъ тропическіе молочаи. Для наблюденія возьмемъ столь распространенную въ теплицахъ *Euphorbia splendens* и препаратъ сдѣлаемъ такимъ же способомъ, какъ и предыдущій. Крахмальные зерна, которые мы теперь увидимъ (фиг. 9), имѣютъ форму костей (форму humerus); на обоихъ своихъ концахъ они болѣе или менѣе утолщены, нѣсколько больше зеренъ нашихъ мѣстныхъ видовъ и обнаруживаютъ въ утолщеніяхъ нѣкоторую слоистость. Часто случается наблюдать, что отъ боковъ зерна поднимается безцвѣтный пузырь (A), котораго стѣнка, однако, не переходитъ въ вещество крахмальнаго зерна, но относится скорѣе къ прилегающей протоплазматической массѣ. — Наблюдателю должно броситься въ глаза, что мелкіе, распределенные въ водѣ шарики млечнаго сока



Фиг. 9. Крахмальные зерна изъ млечнаго сока *Euphorbia splendens*. Отъ зерна A поднимается сбоку пузырь. Увелич. 540.

находятся въ дрожавшемъ движеніи. Это такъ называемое Броуновское молекулярное движеніе, съ которымъ мы можемъ здѣсь познакомиться и которое не представляетъ жизненнаго движенія, но сводится вѣроятно къ вліянію на тѣльца происходящихъ въ жидкости теченій.

Орієнтировавшись относительно формы и строения крахмальных зеренъ, подѣйствуемъ теперь на нихъ нѣкоторыми реактивами и рассмотримъ вліяніе этихъ послѣднихъ непосредственно подъ микроскопомъ. Возьмемъ для этой цѣли одинъ изъ крахмальныхъ препаратовъ изъ влажной камеры. Сдѣлавъ установку, пустимъ къ краю покровнаго стеклышка каплю іоднаго раствора (іодной воды, іоднаго алкоголя (іодной тинктуры) или раствора іода въ іодистомъ калиѣ). При употребленіи реактивовъ необходимо обращать особенное вниманіе на то, чтобы капля не попала на покровное стеклышко, а съ него и на объективъ. Еслибъ капля попала на покровное стеклышко, ее необходимо немедленно удалить посредствомъ пропускной бумаги; если-же реактивъ попалъ на объективъ, то послѣдній надо окунуть нижнею линзою въ чистую воду и затѣмъ вытереть вышеупомянутою полотняною тряпчкою.

Чтобы непосредственно наблюдать дѣйствіе іоднаго раствора, необходимо выждать, пока онъ достигнетъ до предварительно выбраннаго мѣста; мѣсто-же это необходимо выбирать не слишкомъ далеко отъ того края покровнаго стеклышка, у котораго пущенъ реактивъ и, подвигая предметную пластинку, слѣдить за дальнѣйшимъ ходомъ его дѣйствія. Мы увидимъ, что какъ только растворъ іода начнетъ дѣйствовать, крахмальные зерна окрасятся въ свѣтлосиній цвѣтъ, который быстро будетъ темнѣть, пока не станетъ темносинимъ. Въ первые моменты дѣйствія и слоистость становится нѣсколько болѣе явственной, но вскорѣ исчезаетъ въ зернахъ, которые дѣлаются непрозрачными. При дѣйствіи раствора іода въ іодистомъ калиѣ, если прибавлено значительное количество реактива, окраска зеренъ становится вскорѣ темнобурою. Также точно становятся темнобурыми и сухія зерна крахмала, подвергнутыя дѣйствію паровъ іода; если-же къ такому препарату прибавить воды, то бурая окраска скоро переходитъ въ синюю. Когда распространеніе реактива подъ покровнымъ стеклышкомъ происходитъ не достаточно быстро, то его можно ускорить, прикладывая къ противоположному краю покровнаго стеклышка кусочекъ пропускной бумаги.

Слѣдуетъ подѣйствовать растворомъ іода и на палочкообразныя зерна молочая, чтобы убѣдиться, что эти образования, не взирая на ихъ особенную форму и едва замѣтную слоистость, дѣйствительно представляютъ крахмальные зерна.

Далѣе слѣдуетъ изучить на крахмальныхъ зернахъ явленія разбуханія отъ дѣйствія ѣдкаго кали (гидрата окиси калия). Прежде всего устанавливаемъ снова картофельный крахмалъ и выжидаемъ, пока не подойдетъ къ нему пущенный у края покровнаго стеклышка реактивъ. Чтобы быть поучительнымъ, дѣй-

ствіе реактива должно обнаруживаться постепенно. Въ такомъ случаѣ мы увидимъ, что въ первый моментъ дѣйствія слоистость обнаруживается сильнѣе, но вскорѣ начинаетъ исчезать, между тѣмъ зерно увеличивается. Во время этого увеличенія, происходящаго съ большею или меньшею правильностію, ядро крахмального зерна становится въ значительной мѣрѣ полымъ и стѣнка слабѣе развитой стороны, слѣдовательно передняго конца зерна, вгибается въ полость. Далѣе вполне утрачивается правильность явленія и зерно увеличивается въ стекловидную массу значительнаго объема, которой очертанія, въ концѣ-концовъ, становятся едва замѣтными.

Наконецъ, можно произвестъ опытъ надъ разбуханіемъ крахмала вслѣдствіе нагрѣванія препарата, приемъ, подобный тому, который употребляется при изготовленіи клейстера. Препарат нагрѣваютъ надъ пламенемъ спиртовой лампы или газовой горѣлки, не давая ему вскипать и подбавляя, вмѣсто испаряющейся воды, новую. Если при нагрѣваніи температура достигла приблизительно 70° С., то найдемъ зерна разбухшими также точно, какъ и послѣ обработки ѣдкимъ кали. Если желательно точно опредѣлить температуру, при которой происходитъ разбуханіе, то нагрѣваніе препаратовъ слѣдуетъ производить на нагрѣваемомъ предметномъ столикѣ. Самые употребительные изъ такихъ приборовъ—столикъ Макса Шульце ²⁾ и столикъ Ранвье ³⁾; особеннаго вниманія заслуживаетъ послѣдній.

Этимъ мы можемъ закончить наше первое упражненіе. Однако, прежде чѣмъ оставить микроскопъ, необходимо предварительно тщательно почистить вышеуказаннымъ способомъ бывшіе въ употребленіи объективы и окуляры. Мы вынимаемъ также трубку, чтобы ее, равно какъ и внутреннюю поверхность гильзы, вытереть болѣе грубымъ полотенцемъ. Вмѣсто того, чтобы снова уложить микроскопъ въ ящикъ, мы предпочитаемъ поставить его подъ стекляннымъ колпакомъ, который, чтобы еще лучше предохранить инструментъ отъ пыли, можетъ быть снабженъ на своемъ нижнемъ краѣ войлочною обкладкою.

Примѣчаніе къ I-му упражненію.

1) Справ. Naegeli, Die Stärkekörner, in Pflanzenphysiol. Untersuchungen, Heft 2; E. Strasburger, Bau und Wachstum der Zellhäute, pag. 107, тамъ указана дальнѣйшая литература.

2) Описание. Archiv f. mikr. Anat. Bd. I p. 2. 1865.

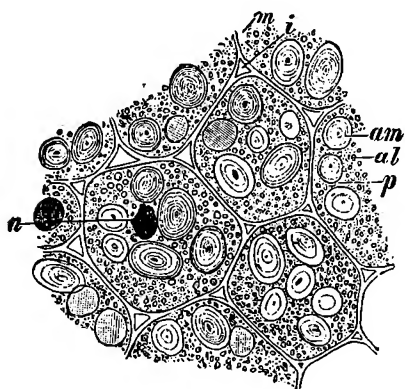
3) Ranvier, Traité d'histologie p. 41, 1875.

II. Упражнение.

Блейковина, жирное масло, изготовленіе въ прокъ препаратовъ. Употребленіе простаго микроскопа.

Исслѣдуемъ прежде всего горохъ (*Pisum sativum*). Зрѣлое сѣмя разрѣзываютъ по-поламъ крѣпкимъ карманнымъ ножомъ и именно такъ, чтобы обѣ сѣмянодоли были разрѣзаны поперечно. Затѣмъ изъ плоскости разрѣза дѣлаемъ тонкій поперечный разрѣзъ посредствомъ острой бритвы. Относительно рѣзанія бритвою должно замѣтить слѣдующее: 1) плоскость разрѣза должно предварительно смочить, въ обыкновенныхъ случаяхъ водою, въ данномъ-же случаѣ — глицериномъ, такъ какъ препаратъ страдаетъ отъ воды и мы рассмотримъ его въ глицеринѣ. 2) Верхній разрѣзъ не годится, такъ какъ его ткань слишкомъ сильно повреждена карманнымъ ножомъ. 3) Изъ такой твердой ткани, какъ ткань гороха бритвою можно дѣлать только очень маленькіе и весьма тонкіе разрѣзы. Если клинокъ вошелъ въ ткань слишкомъ глубоко и замѣчается усиленіе сопротивленія, то бритву слѣдуетъ вынуть изъ разрѣза, не доводя его до конца. 4) Разрѣзъ надо начинать дѣлать, если противнаго не требуетъ само изслѣдованіе, не отъ верхняго края предмета, но положивъ клинокъ на плоскость разрѣза, такъ какъ такимъ образомъ получается вѣрная точка опоры и большая возможность получить тонкій разрѣзъ. 5) Чтобы получить дѣйствительно хорошій разрѣзъ, т. е. такой, въ которомъ отдѣльные элементы ткани не порваны, должно клинокъ не надавливать на предметъ, но вести его на-искось. Необходимо приучаться рѣзать свободно, не упирая большаго пальца рѣзущей руки въ другую руку. Напротивъ того, весьма удобно прислонить обѣ руки къ груди, такъ какъ такимъ образомъ рѣзущая рука предохраняется отъ сдвиганія въ бокъ. Но заднюю часть клинка опираютъ на указательный палецъ руки, въ которой держатъ предметъ. 6) Такъ какъ трудно держать достаточно крѣпко между пальцами такой мелкій предметъ, какъ половина горошины, и притомъ столь твердый, то для этой цѣли можно употребить упомянутый во введеніи ручной нажимъ (*Handschräubstock*). Половину горошины слѣдуетъ въ такомъ случаѣ зажать въ этотъ послѣдній достаточно глубоко. 7) Не слѣдуетъ ограничиваться однимъ разрѣзомъ, но всегда сразу дѣлать болѣе значительное число ихъ, чтобы послѣ выбрать наилучшіе.

Сдѣланный разрѣзъ должно изслѣдовать въ концентрированномъ или разбавленномъ приблизительно $\frac{1}{3}$ частию дистиллированной воды глицеринѣ. Чистая вода здѣсь не примѣнима, такъ какъ она вызываетъ въ основномъ веществѣ клѣточекъ явленія дезорганизации. Перенесеніе разрѣзовъ съ бритвы на предметную пластинку производятъ посредствомъ нѣжной кисточки. Разрѣзъ берутъ, надавливая на него кисточкою и сдвигая его съ клинка. Если разрѣзъ пристае къ достаточно широкой поверхности кисточки, то онъ свертывается не будетъ; напротивъ, это легко случается, если разрѣзъ берутъ за край пинцетомъ и такимъ образомъ переносятъ. Приставшій къ кисточкѣ разрѣзъ кладутъ плашмя въ каплю на предметной пластинкѣ и удаляютъ кисточку, одновременно повертывая ее. Если лежащій на предметной пластинкѣ разрѣзъ желаютъ перевернуть на противоположную сторону, то придавливаютъ къ предметной пластинкѣ кисточку такъ, чтобы она краемъ прикасалась къ разрѣзу и затѣмъ вращаютъ ее въ противоположную отъ разрѣза сторону. При этомъ разрѣзъ легко втягивается на поверхность кисточки и, вмѣстѣ съ этою послѣднею, можетъ быть перевероченъ. Другіе подобныя приемы усваиваются упражненіемъ самъ собою. Но кисточку каждый разъ послѣ употребленія надо выполоскать въ водѣ.



Фиг. 10. Изъ сѣмянодолей гороха. *m* клѣточная оболочка, *i* межкѣльное пространство, *am* крахмалъ, *al* зерна алейрона, *p* основное вещество, *n* клѣточное ядро, послѣднее дополнительно нарисовано послѣ обработки метилгрюнъ-укусной кислотой, Увелич. 540.

каждой клѣточкѣ видны большія крахмальные зерна (*am*), а при нѣкоторомъ вниманіи и мелкія зерна, лежація между этими послѣдними (*al*). Эти мелкія зерна заключены въ свою

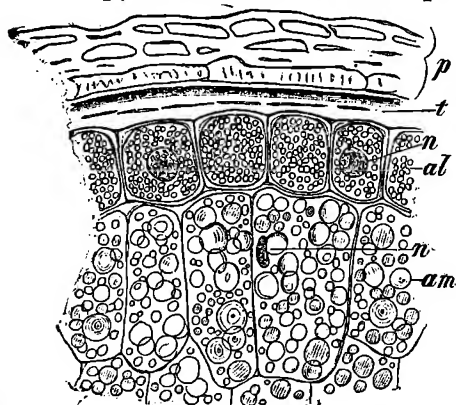
Устанавливаемъ разрѣзъ гороха съ болѣе сильнымъ увеличеніемъ. Онъ обнаруживаетъ ткань, состоящую изъ круглыхъ клѣтокъ (фиг. 10). Въ тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ сходятся три клѣтки, находится треугольное, наполненное воздухомъ межкѣльное пространство (*i*). Воздухъ представляется чернымъ, подобно краю раньше описанныхъ воздушныхъ пузырьковъ; здѣсь онъ, конечно, имѣетъ форму наполняемаго имъ пространства. Стѣнка клѣточекъ (*m*) довольно толстая. На приложенной фигурѣ три среднія клѣтки изображены цѣльными, а окружающихъ клѣточекъ — только прилегающія части. Въ

очередь въ мелкозернистое вещество (р). Изъ тонкихъ частей разрыва нѣкоторыя зерна крахмала выпали и соответственно очерченное пространство указываетъ на ихъ мѣсто въ зернистой массѣ. Мелкія зерна представляютъ собой клейковинныя, алейроновыя или протеиновыя зерна; ¹⁾ они лежатъ въ основномъ веществѣ клѣточекъ. Если прибавить къ препарату раствора іода, то происходящія окрашиванія укажутъ намъ тотчасъ же составныя части клѣтокъ. Мы и теперь пускаемъ каплю іоднаго раствора у края покровнаго стеклышка; но такъ какъ растворъ іода диффундируетъ въ глицеринъ весьма медленно и намъ нѣтъ надобности слѣдить въ данномъ случаѣ за ходомъ реакціи, то мы ускоряемъ этотъ процессъ, приподнимая немного иглою покровное стеклышко и смѣшивая такимъ образомъ растворъ іода съ глицериномъ. Другая игла, приставленная одновременно къ противоположному краю покровнаго стеклышка, не позволяетъ этому послѣднему сдвинуться съ мѣста. Крахмальные зерна окрашиваются въ синій съ фіолетовымъ отѣнкомъ цвѣтъ; алейроновыя зерна и основное вещество — въ желтый цвѣтъ. Очень интенсивное окрашиваніе алейроновыхъ зеренъ и основнаго вещества получается при употребленіи раствора іода въ іодистомъ калиѣ; но при этомъ перекрашиваются также и зерна крахмала, которые становятся чернобурными. Если разрывъ гороха положить въ борный карминъ, то основное вещество, а также алейроновыя зерна очень скоро окрашиваются въ темнокрасный цвѣтъ; крахмальные зерна остаются безцвѣтными. Реакція становится особенно замѣтною, если послѣ происшедшей уже окраски растворъ кармина замѣнить разбавленнымъ глицериномъ или водою. Этого достигаютъ, высасывая изъ подъ одного края покровнаго стеклышка посредствомъ пропускной бумаги растворъ кармина и прибавляя съ противоположной стороны воду или разбавленный глицеринъ. Если положить разрывъ въ азотнокислую закись ртути (Миллоновъ реактивъ), то зерна крахмала разбухаютъ очень сильно и дѣлаются незаметными, алейроны и основное вещество вскорѣ разрушаются, а дезорганизованная масса окрашивается вскорѣ въ характерный кирпичнокрасный цвѣтъ. — Теперь положимъ еще одинъ разрывъ въ метилгрюнъ-укусную кислоту. Черезъ небольшой промежутокъ времени въ каждой клѣточкѣ, среди другихъ составныхъ частей, обнаруживается синезеленое пятно довольно неопредѣленныхъ очертаній. Пятно это — клѣточное ядро. (п). Прочія составныя части клѣтки не окрашиваются; только крахмальные зерна разбухаютъ немного (они обнаруживаютъ радіальныя щели, которыхъ нѣтъ въ глицеринѣ) и алейроновыя зерна тоже нѣсколько увеличиваются и представляются какъ-бы пористыми или даже полыми. Такимъ образомъ, мы находимъ въ метилгрюнъ-укусной кислотѣ такой реактивъ, который пригоденъ въ этомъ

случаѣ въ качествѣ специфическаго красящаго вещества для клѣточного ядра. Правда, одновременно окрасились и оболочки клѣточекъ; но это не уменьшаетъ достоинствъ метилгрюнъ-уксусной кислоты, какъ реактива на ядро. Клѣточные оболочки получаютъ прекрасную свѣтлосинюю окраску и потому ихъ можно теперь прослѣдить въ глицериновыхъ препаратахъ гораздо лучше, чѣмъ до окраски. Соответственно рѣже обнаруживаются и межклѣточные пространства.

И такъ, желтобурая іодная реакція, впитываніе красящихъ веществъ, кирпично-красная Миллонова реакція — лучшія средства, чтобы распознать подъ микроскопомъ бѣлковыя тѣла, такъ какъ алейроновые зерна, равно какъ и протопласма (клѣточная плазма и клѣточное ядро) тоже принадлежать къ этимъ послѣднимъ. Протопласма, какъ мы позже увидимъ, обнаруживаетъ эту реакцію только тогда, когда она умерщвлена, а это было произведено въ данномъ случаѣ самими реактивами. Особенно сильное сродство къ красящимъ веществамъ свойственно клѣточному ядру.

Въ качествѣ втораго объекта для изслѣдованія можно указать пшеничное зерно. Возьмемъ теперь *Triticum vulgare*. Сперва разрѣзываютъ зерно карманнымъ ножомъ въ поперечномъ направленіи и затѣмъ, для рѣзанія, заворачиваютъ въ маленький ручной нажимъ. На этотъ разъ надобно произвести разрѣзъ



Фиг. 11. Поперечный разрѣзъ пшеничнаго зерна (*Triticum vulgare*). *p* околоплодникъ, *t* кожура сѣмани. Въ прилегающихъ къ послѣдней клѣточкахъ эндосперма: *al* — алейроновые, *am* — крахмальные зерна, *n* — клѣточное ядро. Увел. 240.

такъ, чтобы онъ заключалъ и часть внѣшней поверхности. При дѣланіи разрѣза, смочимъ плоскость разрѣза глицериномъ и въ той же жидкости произведемъ изслѣдованіе (фиг. 11). Подъ кожицей, которая представляетъ собою околоплодникъ и кожуру сѣмани и состоитъ изъ сдавленныхъ и отмершихъ клѣточекъ, лежатъ слой прямоугольныхъ клѣточекъ, наполненныхъ мелкими алейроновыми зернами (*al*). Эти алейроновые зерна погружены въ мелкозернистое основное вещество. Далѣе примыкаютъ удлиненыя, менѣе правиль-

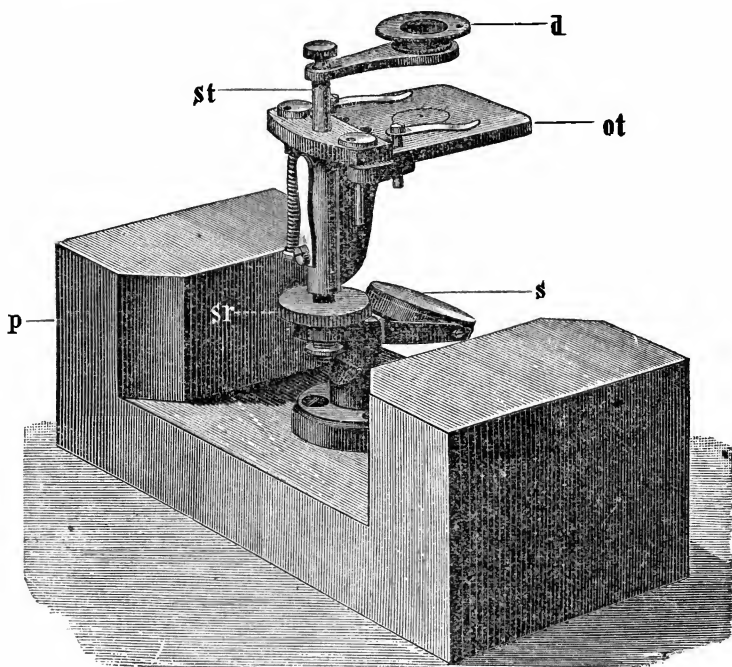
ныя клѣточки, которыя содержатъ крупныя и мелкія зерна крахмала. Во всемъ этомъ не трудно убѣдиться посредствомъ соответственныхъ реакцій.

Одинъ хорошо удавшійся разрѣзъ мы сохранимъ и воспользуемся этимъ случаемъ, чтобы научиться изготовленію въ прокъ препаратовъ. На первый разъ изберемъ самый простой способъ, который въ данномъ случаѣ пригоденъ тѣмъ болѣе, что даетъ весьма хорошій результатъ: помѣщаемъ разрѣзъ въ глицериновую желатину. Мы помѣщаемъ на предметной пластинкѣ столько этой желатины, сколько необходимо по нашему мнѣнію для образованія капли. Затѣмъ предметную пластинку осторожно нагреваемъ, пока желатина не сдѣлается жидкою. Послѣ этого разрѣзъ кладутъ въ образовавшуюся каплю и накрываютъ покровнымъ стеклышкомъ. Хорошо предварительно нагрѣть покровное стеклышко, такъ какъ въ противномъ случаѣ въ препаратѣ легко могутъ остаться пузырьки воздуха; по той-же причинѣ не слѣдуетъ класть покровное стеклышко вполне горизонтально, но нѣсколько наклонно. Если-бы не взирая на это попали пузырьки воздуха, то нужно подогрѣть предметную пластинку и постараться удалить ихъ посредствомъ осторожнаго приподниманія покровнаго стеклышка съ одной стороны. Въ случаѣ, если пузырьки воздуха не мѣшаются, то можно ихъ по жалуй оставить. Если въ каплю положено нѣсколько разрѣзовъ, то слѣдуетъ ихъ равномерно распредѣлить въ ней.

Конечно, часто случается, что разрѣзы, при накладываніи покровной пластинки, перемѣшиваются, придвигаются другъ къ другу или даже попадаютъ другъ на друга; и если приподнимаютъ съ одной стороны покровное стеклышко, чтобы возстановить порядокъ, то получается совершенно противоположный результатъ. Поэтому лучше употребить сравнительно болѣе простой способъ. Нагрѣваніемъ возможно лучше разжижаютъ каплю и, не приподнимая покровнаго стеклышка, вводятъ подъ него сбоку волосъ. Этимъ волосомъ надо стараться распредѣлить разрѣзы, что въ большинствѣ случаевъ удается. Впрочемъ, при накладываніи покровнаго стеклышка необходимо убѣдиться, что въ каплю глицериновой желатины не попали какія нибудь пылинки; таковыя слѣдуетъ въ подобномъ случаѣ удалить посредствомъ иглы. Такъ какъ подобную манипуляцію возможно произвести только при соответственномъ увеличеніи, то это подходящий моментъ, чтобы познакомиться съ употребленіемъ простаго микроскопа (Simplex), или съ препарированіемъ посредствомъ сложнаго микроскопа (Compositum).

Прежде всего я предполагаю, что наблюдатель располагаетъ малымъ препарирнымъ микроскопомъ Цейсса (ср. стр. 6 введенія) или другимъ, подобной конструкціи. Надъ предметнымъ столикомъ (*st*) этого малаго препарирнаго микроскопа (фиг. 12) находится дублетъ (*od*), помѣщающійся въ горизонтальной рукояткѣ, которая прикрѣплена къ столбику (*st*), могущему вращаться и передвигаться въ гильзѣ. Посредствомъ передвиганія производится

грубая установка, точная-же, напротивъ, достигается вращеніемъ винта *st*.—Инструментъ привинчивается къ препарирной ножкѣ, приподнимающіяся колодки (*p*) которой служатъ во время препарировапія опорой для рукъ. Инструментъ снабженъ двумя или тремя дублетами съ увеличеніемъ въ 15, 30 и 60 разъ; удобно, если есть лупа съ увеличеніемъ въ 5 и 10 разъ.

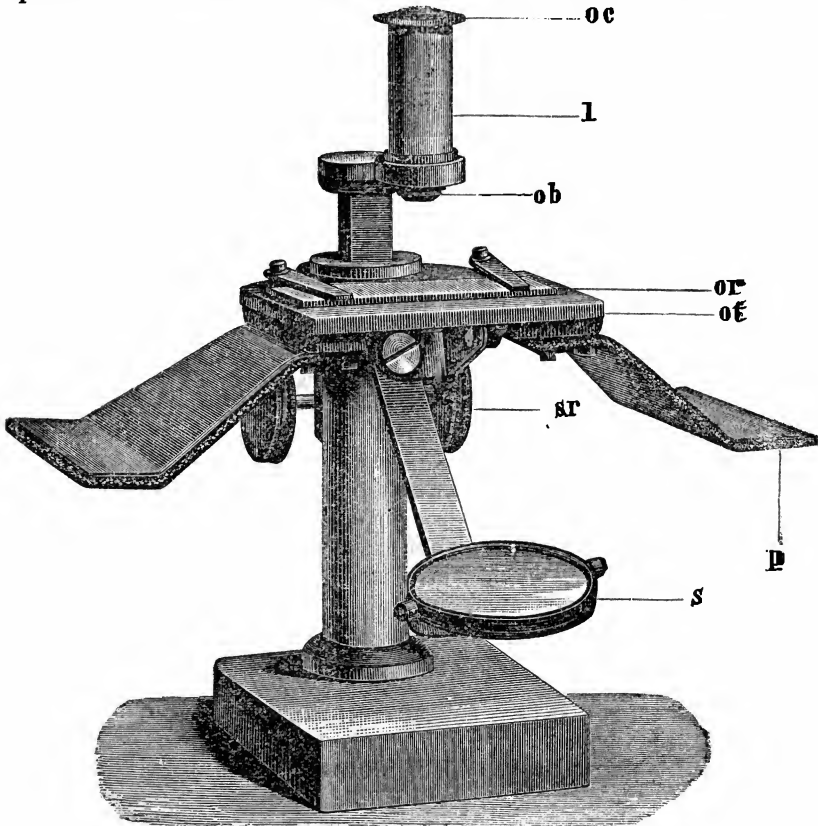


Фиг. 12. Малый препарирный микроскопъ Цейсса на препарирной ножкѣ, въ $\frac{2}{3}$ натур. величины. *ot* предметный столикъ, *d* дублетъ, *st* передвижная рукоятка, *st* винтъ для точной установки, *z* зеркало, *p* колодки препарирной ножки

Большой препарирный микроскопъ Цейсса (ср. введеніе) или другой подобнаго устройства, снабженъ системою линзъ (фиг. 13, *l*), которая состоитъ изъ объектива (*ob*), представляющаго соединеніе трехъ ахроматическихъ стеколъ, трубки и ахроматическаго вогнутаго окуляра. Чтобы работать при слабомъ увеличеніи, употребляютъ одинъ объективъ, и тогда отвинчиваютъ трубку выѣстъ съ окуляромъ. Три линзы объектива тоже можно развинчивать и употребляютъ или одну только верхнюю, или двѣ верхнія, или-же всѣ три выѣстъ одновременно. Сообразно съ этимъ, получаемъ увеличенія въ 15, 20 и 30 разъ. Уста-

новка производится вращением головки винта (*sr*). Съ обѣихъ сторонъ предметнаго столика (*ot*) вставляютъ крылья (*p*), на которыхъ во время препарирования владутъ руки.

Чтобы препарировать со сложнымъ микроскопомъ, надѣваютъ на 2 окуляръ Нашетовскую, обращающую изображение призму или замѣняютъ окуляръ такимъ, который соединенъ съ



Фиг. 13. Большой препарирный микроскопъ Цейсса, въ $\frac{1}{2}$ натур. величины. *ot* предметный столикъ, *p* крылья для рукъ, *sr* головки винта, *l* система линзъ: *ob* объективъ, *os* окуляръ. На предметномъ столикѣ лежитъ предметная пластинка, укрѣпленная пружинными нажимами.

подобною призмою (ср. введеніе).—Или-же употребляютъ обращающій изображение окуляръ, который—какъ уже было упомянуто во введеніи—примѣнимъ только съ инструментами, имѣющими раздвижную трубку. Наконецъ, можно привыкнуть препарировать и просто со сложнымъ микроскопомъ, что, конечно,

сначала весьма трудно. Въ такомъ случаѣ необходимо производить движенія въ сторону, противоположную той, которую мы видимъ въ инструментѣ. — При препарированіи со сложнымъ микроскопомъ полезно имѣть двѣ соотвѣтственной величины колодки, которыя помѣщаютъ по обѣ стороны предметнаго столика, чтобы класть на нихъ руки.

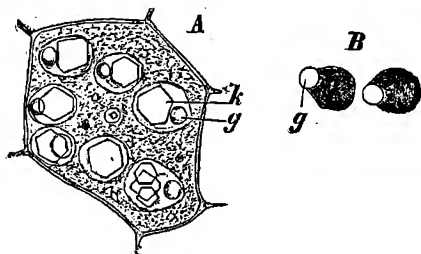
Но какимъ-бы инструментамъ для препарированія мы ни располагали, помѣщаемъ на его предметномъ столикѣ препаратъ, который желаемъ очистить отъ постороннихъ тѣлъ. Для этой цѣли употребляемъ самое слабое изъ имѣющихся у насъ увеличеній. При большомъ препарирномъ микроскопѣ Пейсса таковымъ было-бы увеличеніе въ 15 разъ. Фокусное разстояніе равняется въ такомъ случаѣ приблизительно 30 *mm*; но этотъ инструментъ имѣетъ даже и съ самымъ сильнымъ увеличеніемъ въ 100 разъ фокусное разстояніе въ 9 *mm*. Послѣ установки зеркала и изображенія, беремъ въ каждую руку снабженную рукояткою иглу (ср. введеніе), кладемъ руки на препарирныя колодки, вводимъ конецъ иглы въ ось инструмента и пытаемся увидѣть обѣ иглы въ полѣ зрѣнія одновременно. Это вскорѣ удастся, послѣ чего пробуемъ производить иглами необходимыя небольшія движенія. Легкая задача — удалить изъ препарата постороннія тѣла, вѣроятно вскорѣ удастся, послѣ чего мы покрываемъ каплю жидкости покровнымъ стеклышкомъ. Однако, если капля въ теченіи этого времени слишкомъ сгустилась, то мы ее предварительно еще разъ подогрѣваемъ.

Препараты въ глицериновой желатинѣ не требуютъ никакой дальнѣйшей заклейки, изготовленіе ихъ, поэтому, весьма просто; а такъ какъ большая часть растительныхъ объектовъ, даже окращенныхъ, сохраняется въ глицериновой желатинѣ очень хорошо, то больше всего можно рекомендовать этотъ способъ.

Послѣ изготовленія препарата, предметную пластинку снабжаютъ на обоихъ концахъ предохранительными пластинками. Это кусочки картона, соотвѣтствующія ширинѣ предметной пластинки, на которыхъ дѣлаютъ относящіяся къ препарату замѣтки и которыя даютъ также возможность класть препараты одинъ на другой. На предохранительныхъ пластинкахъ слѣдуетъ надписывать прежде всего названіе растенія, предмета, сохраняющей среды, произведенной быть можетъ окраски и число. Предохранительныя пластинки лучше всего наклеивать посредствомъ *Cristall-Palast-Lack'a*, который можно получить въ большихъ аптекарскихъ магазинахъ. Если въ распоряженіи имѣется только гумми, то слѣдуетъ концы предметныхъ пластинокъ обклеить полосками бумаги, концы которой захватывали-бы другъ друга, и уже на эти полоски наклеивать предохранительныя пластинки, такъ какъ безъ этого онѣ легко отскакиваютъ.

Обратимся теперь къ сѣмянамъ бѣлаго люпина (*Lupinus albus*) или другаго сходнаго съ нимъ вида. Опять такіе разрѣзываемъ сѣмя поперечно и дѣлаемъ разрѣзъ изъ смоченной плоскости разрѣза. Препараты, разсматриваемые въ водѣ, обнаруживаютъ округлыя алейроновыя зерна съ вакуолями. Если желаемъ видѣть зерна въ ихъ натуральной формѣ, то необходимо разсматривать препаратъ въ глицеринѣ. Зерна представляются сначала сильно преломляющими свѣтъ, угловатыми, постепенно они становятся внутри сѣтчатыми, зернистыми. Близко примыкая другъ къ другу, они наполняютъ всю клеточку; между ними находится только небольшое количество основного вещества; больше основнаго вещества замѣчается у стѣнокъ клеточки. Стѣнки клеточекъ сильно утолщены и покрыты порами, структура, съ которою мы однако познакоимся позже, на болѣе удобныхъ объектахъ. Въ іодистомъ глицеринѣ зерна получаютъ прекрасную золотисто-желтую окраску.

Теперь очистимъ сѣмя *Ricinus*'а, разрѣжемъ его поперечно и сдѣлаемъ изъ него соответственные препараты. Ткань эндосперма рѣжется особенно хорошо, содержитъ очень много жира и потому не нуждается въ смачиваніи. Разрѣзы можно изслѣдовать въ водѣ, вредное вліяніе которой обнаруживается лишь постепенно, по мѣрѣ вытѣсненія изъ основнаго вещества масла. Заключенныя въ богатое масломъ основное ве-



Фиг. 14. Изъ эндосперма *Ricinus communis*. А эндоспермная клеточка съ ея содержимымъ въ водѣ; В отдѣльныя алейроновыя зерна въ оливковомъ маслѣ; *g* глобидъ, *k* бѣлковыя кристаллы.
Увел. 540.

щество зерна (фиг. 14, А) содержатъ внутри себя болѣею частью одинъ, иногда впрочемъ два или большее число бѣловыхъ кристалловъ и болѣею частью только одно круглое тѣло (глобидъ), которое представляетъ неорганическое соединеніе, именно двойное соединеніе фосфорной кислоты съ известью и магнезіей. Отъ болѣе продолжительнаго дѣйствія воды основное вещество, въ которомъ находятся алейроновыя зерна, разрушается; около объекта и на немъ собираются большія массы масла. Эти послѣднія частью пристаютъ къ объекту и стеклу, имѣя въ такомъ случаѣ неправильную форму, или же лежатъ свободно, и тогда имѣютъ шаровидную форму. Большая часть ихъ наполнена многочисленными вакуолями. Если сдѣлать установку относительно оптическаго разрѣза такого шарика масла, то онъ представляется свѣтлосѣрымъ и окруженнымъ чернымъ краемъ. При опусканіи трубки черный край исчезаетъ, и окраина кружка

становится болѣе свѣтлою. При подниманіи трубки чернѣй край, узкій при средней установкѣ, становится шире. Такимъ образомъ, шарики масла обнаруживаютъ явленія противоположныхъ тѣмъ, которыхъ мы наблюдали въ пузырькахъ воздуха. Воздухъ преломляетъ свѣтъ слабѣе, а масло сильнѣе, нежели вода, — въ этомъ и заключается причина ихъ противоположнаго отношенія. Намъ необходимо запомнить это отношеніе и на будущее время. Тѣла, которыя преломляютъ свѣтъ слабѣе, нежели среда, въ которой ихъ подвергаютъ изслѣдованію, получаютъ тѣмъ меньшую свѣтлую внутреннюю часть и тѣмъ болѣе широкій чернѣй край, чѣмъ глубже опускается трубка, между тѣмъ какъ сильнѣе преломляющія свѣтъ тѣла обнаруживаютъ тѣ-же явленія въ обратномъ порядкѣ.

Если теперь къ лежащему въ водѣ препарату прибавимъ у края покровнаго стеклышка алкоголя, то препаратъ нѣсколько просвѣтлится и одновременно рѣзко обозначаются въ алейроновыхъ зернахъ бѣлковые кристаллы. Теперь они такъ явственны, что этотъ методъ годится, чтобы познакомиться съ ихъ формою. Это кристаллы тетраэдрической геміэдріи правильной системы. ²⁾ Отъ болѣе продолжительнаго дѣйствія алкоголя капли масла исчезаютъ все болѣе и болѣе, такъ какъ рицинное масло, въ противоположность другимъ жирнымъ масламъ, смѣшивается съ алкоголемъ. — Сдѣлаемъ теперь другой препаратъ, который положимъ на предметное стеклышко въ каплю безводной уксусной кислоты (Eisessig) и накроемъ покровнымъ стеклышкомъ. Бѣлковые кристаллы въ алейроновыхъ зернахъ разбухаютъ и исчезаютъ, объемъ алейроновыхъ зеренъ значительно увеличивается, глобиды тоже увеличиваются и становятся рѣзко замѣтными. Но жирныхъ капель не видно, потому что рицинное масло, опять таки представляя исключеніе, смѣшивается съ безводной, уксусной кислотой. — Въ другихъ же случаяхъ именно алкоголь и безводная уксусная кислота, такъ какъ они не растворяютъ или весьма мало растворяютъ жирныя масла и растворяютъ эфирныя, представляютъ самые лучшіе реактивы, чтобы различать эти масла подъ микроскопомъ. Изъ эфирныхъ маселъ въ обоихъ вышеназванныхъ реактивахъ терпены растворяются нѣсколько труднѣе остальныхъ. Хлороформъ и эфиръ растворяютъ жирныя и эфирныя масла одинаково.

Къ лежащему въ водѣ препарату прибавимъ разбавленной водою тинктуры альканны. Тотчасъ же жирныя массы вбираютъ красящее вещество и окрашиваются въ краснобурый цвѣтъ, отношеніе которое обнаруживаютъ также эфирныя масла и смолы.

Гематоксилинъ, прибавленный къ глицериновымъ препаратамъ въ незначительномъ количествѣ, окрашиваетъ бѣлковые кристаллы въ прекрасный фіолетовый цвѣтъ. — Въ оливковомъ

маслѣ бѣлковые кристаллы не замѣтны, но все зерно представляется въ видѣ сильно преломляющаго сѣтъ, округлаго образованія, въ одномъ концѣ котораго глобoidъ представляется въ видѣ вокуоли (фиг. 14 В). Бѣлковые кристаллы прекрасно обнаруживаются также, если положить разрѣзы въ 1% осмиевую кислоту; они постепенно принимаютъ въ этомъ случаѣ буроватый оттѣнокъ. Отъ дѣйствія 1% осмиевой кислоты масло постепенно чернѣетъ, свойство, общее какъ жирнымъ, такъ и эфирнымъ масламъ, но нехарактерное для нихъ, такъ какъ и многія другія органическія вещества чернѣютъ при дѣйствіи осмиевой кислоты.

Прекрасные бѣлковые кристаллы, легко обнаруживающіе всѣ реакціи на бѣлокъ, находимъ въ эндоспермѣ *Bertholletia excelsa*, покупныхъ американскихъ орѣховъ. Разрѣзы изъ нихъ тоже получаютъ чрезвычайно легко. Если къ лежащему въ водѣ препарату прибавить абсолютнаго алкоголя, то бѣлковые кристаллы выступаютъ очень рѣзко. На жирное масло алкоголь оказываетъ незамѣтное дѣйствіе. Оно не измѣняется также и отъ прибавленія чистой уксусной кислоты, между тѣмъ какъ бѣлковые кристаллы въ ней растворяются. — Въ 1% осмиевой кислотѣ кристаллы становятся весьма замѣтными. Эти кристаллы столь велики, что форму ихъ можно хорошо рассмотреть даже при сравнительно небольшомъ увеличеніи. Возлѣ кристалла лежитъ глобoidъ, въ данномъ случаѣ именно въ видѣ агрегата округлыхъ образований. Основное вещество очень богато жиромъ и отъ дѣйствія 1% осмиевой кислотѣ постепенно чернѣетъ. Вскорѣ и зернистое содержимое алейроновыхъ зеренъ получаетъ темную окраску, между тѣмъ какъ кристаллы лишь медленно окрашиваются въ желтый цвѣтъ. Кристаллы эти оптически-одноосны, гексагональной системы, ромбоэдро-гемидрическіе.

Примѣчаніе къ II-му упражненію.

¹⁾ Срав. Pfeiffer, Jahrb. f. wiss. Bot. VIII. pag. 429, тамъ-же и прочая литература.

²⁾ Schimper, Unters. ü. d. Proteinkrystalle d. Pfl. Inaug.-Diss. Strasburg. 1878.

III. Упражнение.

Движеніе протопласмы. Клі́точное ядро. Рисованіе при помощи камеры. Опредѣленіе увеличенія.

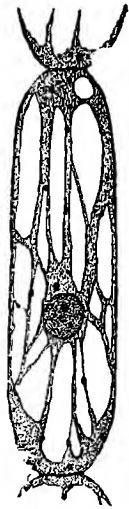
Обратимся теперь къ изученію явленій движенія живой протопласмы и для этой цѣли возьмемъ, какъ самый лучшій объектъ, — волоски, покрывающіе тычинки у традесканцій. — *Tradescantia virginica* и другіе близкіе къ ней виды разводятся во всѣхъ ботаническихъ садахъ и цвѣтутъ съ мая до поздней осени. — Въ каждомъ цвѣткѣ легко замѣтить длинныя фіолетовыя волоски. — Для изслѣдованія слѣдуетъ брать волоски изъ раскрывающагося или только что раскрывшагося цвѣтка. Препараты приготавливаютъ такимъ образомъ, что помощью пинцета отдѣляютъ пучекъ волосковъ и переносятъ ихъ на предметное стекло въ каплю воды. Можно помѣстить подъ покрывное стеклышко и цѣлую тычиночную нить, отдѣливъ отъ нея предварительно пыльникъ; въ послѣднемъ случаѣ между отдѣльными волосками остаются воздушныя пузырьки, удалить которые бываетъ довольно затруднительно. Удобнѣе всего сдѣлать это помощью тонкой кисточки, которую проводятъ по волоскамъ, придерживая ихъ у основанія. Затѣмъ покрываютъ препаратъ покрывной пластинкой. Большая часть волосковъ остается неповрежденной, если только воздухъ былъ удаленъ съ достаточною осторожностью.

Взятые для изслѣдованія волоски состоятъ изъ многочисленныхъ, боченкообразной формы клітокъ, расположенныхъ въ одинъ рядъ. Въ суженныхъ мѣстахъ волоска лежатъ поперечныя перегородки, отдѣляющія сосѣднія клітки другъ отъ друга. Каждая клітка (фиг. 15) содержитъ тонкій, стѣнкоположный слой протопласмы и пронизывается внутри многочисленными протоплазматическими нитями различной толщины.

Кліточное ядро подвѣшено на этихъ нитяхъ и окружено цѣльнымъ слоемъ протопласмы (немного ниже середины клітки на нашемъ рисункѣ). — Полость клітки, заключающая ядро и пронизанная протоплазматическими нитями, выполнена кліточнымъ сокомъ, окрашеннымъ въ фіолетовый цвѣтъ. Протопласма состоитъ изъ безцвѣтнаго тягучаго вещества, называемаго гіалопласмой, заключающаго многочисленныя маленькія зернышки — микрозоматы или микрозомы. — Кромѣ микрозомовъ мы находимъ

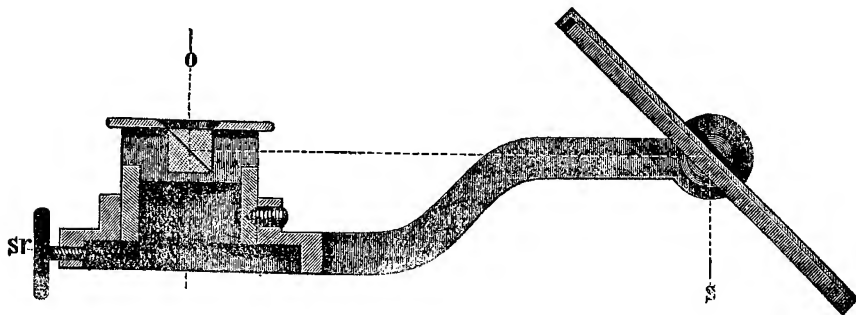
въ протопласмѣ болѣе или менѣе многочисленныя, крупныя и сильно преломляющія свѣтъ зерна, которыя назовемъ лейкопластами или крахмалообразователями. Установивъ объективъ микроскопа на стѣнкоположномъ слѣѣ протопласмы, мы замѣтимъ, что онъ въ цѣломъ не обнаруживаетъ движенія, но что внутри его проходятъ тонкіе, анастомозирующіе въ видѣ сѣтки, токи протопласмы. Въ нитяхъ, пронизывающихъ полость, эти токи особенно сильны. —Токи протопласмы имѣютъ различную толщину; они анастомозируютъ между собою помощью боковыхъ вѣтвей и центромъ ихъ служитъ клѣточное ядро; большинство нитей соединяются съ участкомъ протопласмы, окружающимъ ядро — Часто въ отдѣльныхъ нитяхъ токъ идетъ только по одному направленію; въ иныхъ случаяхъ легко замѣтить два противоположныя направленія тока даже въ весьма тонкихъ нитяхъ. Движеніе замѣтно по микрозомамъ и лейкопластамъ, погруженнымъ въ протоплазму. При продолжительномъ наблюденіи можно убѣдиться, что нити мало по малу мѣняютъ свою толщину и расположеніе, образуются новыя боковыя соединительныя вѣтви, старыя нерѣдко утончаются посрединѣ, разрываются и переходятъ на другія нити. Такимъ образомъ общая картина мѣняется постоянно. Клѣточное ядро имѣетъ почти шарообразную форму, въ нѣкоторыхъ случаяхъ овальную или немного сплюсненную. — При самыхъ сильныхъ увеличеніяхъ, какими мы располагаемъ, ядро кажется мелко-точечнымъ и въ немъ можно различать нѣсколько крупныхъ зернышекъ (ядрышекъ). Иногда въ клѣткѣ лежатъ другъ подлѣ друга два ядра, происшедшія вслѣдствіе дѣленія ядра первичнаго. Ядро, подвѣшенное на нитяхъ, движется какъ на буксирѣ въ разныя стороны и медленно перемѣщается съ мѣста на мѣсто. Чтобы убѣдиться въ этомъ, достаточно сдѣлать на бумагѣ рисунокъ клѣтки и сравнить препаратъ съ этимъ рисункомъ по истеченіи нѣкотораго времени. — Сдѣлать такой рисунокъ вполне точно возможно лишь при помощи рисовальной призмы и только такой рисунокъ можетъ имѣть рѣшающее значеніе при позднѣйшемъ сравненіи. — Въ виду этого постараемся тотчасъ-же ознакомиться съ употребленіемъ такой рисовальной призмы.

Камера люцида по Аббе, рекомендованная во введеніи и изображенная въ идеальномъ продольномъ разрѣзѣ на фиг. 15, помѣщается, послѣ установки изображенія, на окуляръ и прикрѣпляется къ нему помощью боковаго винтика. Удобнѣе всего вынуть окуляръ изъ трубки микроскопа и тогда привинтить къ нему камеру. Продѣлывая это на микроскопѣ, легко опустить



Фиг. 15.
Клѣтка тычиночнаго волоска *Tradescantia virginica*.
Увелич. 240.

трубку внизъ и раздавить препаратъ. Когда окуляръ съ камерою вставленъ въ трубку микроскопа — устанавливаютъ зеркало камеры или впередъ, если работаютъ лѣвымъ глазомъ, или вправо, если правымъ и наклоняютъ его подъ угломъ въ 45° , какъ представлено на фигурѣ. — Если теперь смотрѣть черезъ камеру внизъ въ окуляръ, то видно изображеніе предмета, лежащее въ полѣ зрѣнія микроскопа. Теперь ставятъ подлѣ микроскопа горизонтальный пюпитръ для рисованія, имѣющій вышину, равную вышинѣ предметнаго столика; на пюпитръ кладутъ листъ бумаги и къ бумагѣ прикасаются кончикомъ карандаша. — Если послѣдній находится подъ зеркаломъ въ направленіи *s*, то онъ долженъ быть видѣнъ вмѣстѣ съ изображеніемъ предмета въ полѣ зрѣнія микроскопа; становится онъ замѣтнымъ благодаря двоякому отраженію, во-первыхъ отъ большого зеркала камеры, во-вторыхъ отъ высеребрянной поверхности маленькой призмы, находящейся подъ окуляромъ (ср. фиг. 15);



Фиг. 15. Камера люцида по Аббе, въ естеств. велич. Идеальный продольный разръзъ. Направленіе лучей обозначено линиями. *o* — направленіе, по которому смотритъ глазъ наблюдателя. *s* — направленіе, перпендикулярное къ поверхности рисовальной бумаги. *sr* — винтъ.

въ тоже время микроскопическое изображеніе предмета видно черезъ отверстіе въ той-же маленькой призмѣ. — Если поверхность рисовальнаго пюпитра лежитъ не на разстояніи яснаго видѣнія наблюдателя, — то кончикъ карандаша видѣнъ не рѣзко. Тогда пюпитръ слѣдуетъ поднять вверхъ или, что очень рѣдко, опустить ниже. Получаютъ желаемую высоту пюпитра, подкладывая подъ него книги различной толщины. Микроскопическое изображеніе видно хорошо на рисовальной поверхности лишь въ томъ случаѣ, если между ними существуетъ извѣстное соотношеніе въ ихъ яркости. Затѣненіе рисовальной поверхности можетъ быть произведено посредствомъ подвижныхъ дымчатыхъ стеколъ, укрѣпленныхъ на камерѣ. — Послѣ установки обводятъ кончи-

комъ карандаша контуры предмета, какъ-бы рисуя въ полѣ зрѣнія микроскопа.

Вторая, упомянутая во введеніи камера, изображена на фиг. 2 въ томъ положеніи, въ какомъ она должна находиться при рисованіи.—Она имѣетъ то преимущество, что можетъ постоянно оставаться на инструментѣ; въ то же время работать съ нею, послѣ нѣкотораго упражненія, весьма удобно. Она состоитъ изъ двухъ наклонно другъ къ другу стоящихъ призмъ, въ одной общей оправѣ. Лучи, идущіе отъ карандаша, вслѣдствіе двоякаго отраженія въ призмахъ, получаютъ направленіе, параллельное оси микроскопа и слѣдовательно совпадаютъ съ лучами идущими непосредственно отъ предмета. — Камера приводится въ наклонное положеніе, действуя изъ рисунка и устанавливается такимъ образомъ, что ея передній край, видимый черезъ отверстіе оправы, дѣлится на двѣ равныя половины свѣтлый кругъ, замѣчаемый на окулярѣ при разсматриваніи его сверху. Если теперь, двигая голову въ сторону, мы не замѣчаемъ смѣщенія этого круга къ краю призмы, то послѣдняя стоитъ на нужной высотѣ.—Рисунки дѣлаютъ на наклонномъ пюпитрѣ, который ставится впереди микроскопа. При нѣкоторомъ стараніи, вскорѣ удастся замѣтить кончикъ карандаша на рисовальной бумагѣ и очертить имъ контуры предмета.—Для того чтобы предметъ на рисункѣ не являлся искривленнымъ, пюпитръ долженъ имѣть опредѣленный наклонъ.—Для опредѣленія такого наклона мы можемъ примѣнить приемъ, быстро ведущій къ цѣли; именно: нарисуемъ при помощи нашей призмы контуръ поля зрѣнія микроскопа; если пюпитръ имѣетъ надлежащій наклонъ — то получится кругъ; если-же на рисункѣ получается не кругъ, а эллипсисъ, то ясно что наклонъ пюпитра неправиленъ и долженъ быть измѣняемъ до тѣхъ поръ, пока не получится кругъ. Мы можемъ поступить и иначе. — Установивъ при болѣе сильномъ увеличеніи, упомянутый во введеніи, предметный микрометръ, представляющій одинъ миллиметръ, раздѣленный на 100 ч., мы повернемъ его на 90° такъ, чтобы дѣленія располагались одно за другимъ впередъ.—Если поверхность столика микроскопа слишкомъ мала и не позволяетъ вращать предметнаго микрометра, то слѣдуетъ измѣнить положеніе микроскопа на 90° , при чемъ, естественно измѣняется также и положеніе зеркала. Если инструментъ нашъ снабженъ подвижною верхнею частью, то, понятно, мы ограничиваемся передвиженіемъ только этой послѣдней; вообще подвижная верхняя часть микроскопа и подвижной предметный столикъ чрезвычайно удобны при рисованіи, представляя намъ возможность дать предмету желаемое положеніе.— Установивъ микрометръ надлежащимъ образомъ, нанесемъ дѣленія его съ помощью нашей камеры на бумагу рисовальнаго пю-

питра; дѣленія эти будутъ располагаться одно за другимъ въ восходящемъ направленіи. Нанести эти дѣленія на бумагу вполне точно—удается безъ особеннаго труда, слѣдуетъ только постоянно имѣть въ виду одинъ и тотъ-же ихъ край, потому что дѣленія имѣютъ опредѣленную толщину.—Если разстояние между черточками, нанесенными на бумагу, остается одинаковымъ на различныхъ высотахъ — то пюпитръ имѣетъ надлежащій наклонъ если же это разстояние увеличивается постепенно кверху — то пюпитръ слѣдуетъ поставить нѣсколько болѣе отвѣсно; если оно уменьшается—то менѣе отвѣсно. Впрочемъ въ виду того, что масштабъ нашъ имѣетъ нѣкоторыя недостатки, необходимо сдѣлать изображенія различныхъ его участковъ; тогда мы найдемъ, что пюпитръ нашъ долженъ имѣть наклонъ приблизительно въ 25° .

Рисункомъ, сдѣланнымъ нами на пюпитрѣ съ правильнымъ наклономъ, мы можемъ воспользоваться для того, чтобы опредѣлить его увеличеніе. — Мы знаемъ, что дѣленія, срисованныя нами, отстоятъ другъ отъ друга на 0.01 мм. ; если теперь на нашемъ рисункѣ они отстоятъ на 2.4 мм. то очевидно увеличеніе рисунка будетъ 240. Этотъ методъ — самый простой и самый лучший для опредѣленія величины микроскопическихъ объектовъ. Если мы успѣли приобрѣсть навыкъ достаточный для того, чтобы вполне точно передавать на рисунокѣ даже незначительныя различія въ величинѣ и если въ тоже время мы знаемъ точно увеличеніе сдѣланнаго нами рисунка, то намъ достаточно взять помощью циркуля размѣръ рисунка и раздѣлить его на это увеличеніе, чтобы получить настоящій размѣръ предмета.—Пусть на примѣръ клѣтка волоска традесканціи при увеличеніи въ 240 разъ имѣетъ ширину равную 9 мм. ; тогда настоящая ея ширина будетъ равняться 0.0375 мм. —Этотъ способъ опредѣленія увеличенія даетъ столь точные результаты, что при нашихъ дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ мы имъ однимъ и ограничимся.

Вернемся теперь къ клѣткѣ нашего волоска и попытаемся сдѣлать ея рисунокъ, пользуясь одною изъ описанныхъ нами рисовальныхъ камеръ. Въ виду отсутствія во второй изъ этихъ камеръ какихъ-бы то ни было приспособленій для регулированія освѣщенія, мы должны стараться достигнуть одинаковой яркости въ освѣщеніи рисовальной поверхности и поля зрѣнія микроскопа иными способами: или затѣняя рисовальную поверхность или измѣняя положеніе зеркала.—Для рисованія станемъ употреблять плотный и гладкій картонъ и графитовые карандаши.—Во избѣжаніе порчи готовыхъ уже рисунковъ вслѣдствіе стиранія, слѣдуетъ покрывать ихъ слоемъ раствора гумми.

Сдѣлавъ общій абрисъ клѣтки волоска, отмѣтивъ положеніе въ ней ядра и направленіе токовъ, сравнимъ этотъ нашъ рисунокъ съ объектомъ по прошествіи одного часа. Какъ было уже сказано выше, мы найдемъ, что втеченіи этого времени распредѣленіе токовъ измѣнилось и ядро занимаетъ въ клѣткѣ иное положеніе.

Съ цѣлью убѣдиться въ томъ, что клѣтки волоска въ отношеніи движенія протоплазмы вполне независимы другъ отъ друга и что клѣточная оболочка не оказываетъ на это движеніе никакого вліянія, подѣйствуемъ на волосокъ какой либо нейтральной или воду отнимающей жидкостью. Прибавимъ напр. къ каплѣ воды, въ которой лежитъ волосокъ, концентрированного раствора сахара или, еще лучше, глицерина; прибавлять такую жидкость слѣдуетъ у края покровной пластинки. Черезъ нѣкоторое время реактивъ начинаетъ отнимать воду у клѣточного сока, вслѣдствіе чего появляется соответственное съеживаніе протоплазматического мѣшечка клѣтокъ; онъ отстаетъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ отъ клѣточной оболочки. Это съеживаніе протоплазмы подъ вліяніемъ воду отнимающихъ веществъ получило названіе — плазмолизе. — При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что вначалѣ такого съеживанія протоплазмы—движеніе въ ней и даже въ тѣхъ ея мѣстахъ, которыя отстали отъ стѣнокъ,—не прекращается. Впрочемъ вскорѣ при дальнѣйшемъ процессѣ съеживанія движеніе останавливается. Въ большинствѣ случаевъ удается возстановить вновь движеніе протоплазмы, удаляя воду отнимающее вещество и замѣняя его чистою водою. Съ этою цѣлью у одного края покровной пластинки прибиваютъ воду, у другого противоположнаго помещаютъ кусочки пропускной бумаги, высасывающіе жидкость, находившуюся подъ пластинкой. Въ этомъ случаѣ обыкновенно протоплазматическій мѣшокъ снова расширяется и занимаетъ прежнее свое положеніе. Случается, что во время съеживанія протоплазмы отъ нея отдѣляются участки, округляющіеся и остающіеся у стѣнки; эти отдѣлившіеся шары при послѣдующемъ расширеніи протоплазмы могутъ снова войти въ ея составъ.

Весьма легко убѣдиться въ томъ, что, при описанномъ съеживаніи содержимаго клѣтки, пигментъ не дифундируетъ черезъ живую протоплазму, вслѣдствіе чего клѣточный сокъ получаетъ болѣе темную окраску. Совершенно иное явленіе мы наблюдаемъ въ клѣткахъ мертвыхъ. Подѣйствуемъ напр. на волосокъ абсолютнымъ алкоголемъ. Протоплазма умерщвляется моментально и получаетъ способность впитывать въ себя красящія вещества. Она отнимаетъ у клѣточного сока его фіолетовый пигментъ и окрашивается вмѣстѣ съ ядромъ въ темно-фіолетовый цвѣтъ. Клѣточный сокъ становится вслѣдствіе этого очень свѣтлымъ. Фіолетовый пигментъ можетъ теперь дифундировать

черезъ протоплазму и распространяться въ окружающей жидкости.

Если наблюдатель не имѣетъ въ своемъ распоряженіи цвѣтковъ традесканцій, то приходится обратиться къ волоскамъ другихъ растений. Весьма удобный объектъ представляютъ волоски, покрывающіе молодые побѣги различныхъ видовъ тыквы (*Cucurbita*). Такой волосокъ срывается бритвою у основанія и переносится на предметное стекло въ каплю воды. Болѣе крупные волоски у основанія своего многокѣтчатые и переходятъ затѣмъ въ одинъ постепенно заостряющійся рядъ кѣттокъ; другіе имѣютъ многокѣтчатую головку. Сѣтъ протоплазмы въ этихъ кѣтткахъ развита очень сильно, содержитъ микрозомы и въ небольшомъ количествѣ болѣе крупныя хлорофилловыя зерна. Кѣтточное ядро значительной величины, подвѣшено на протоплазматическихъ нитяхъ, содержитъ блестящее ядрышко и передвигается въ кѣткѣ по различнымъ направленіямъ.

Весьма своеобразный объектъ представляютъ корневые волоски *Hydrocharis morsus galeae*. Для изслѣдованія нужно брать молодые и свѣжіе корни съ прочными волосками; послѣдніе видны простымъ глазомъ. Отрѣжемъ всю корневую верхушку и быстро перенесемъ ее на предметное стеклышко въ достаточное количество воды; препаратъ покроемъ покровной пластинкой самаго крупнаго размѣра, какой имѣется въ нашемъ распоряженіи. Затѣмъ произведемъ установку, при чемъ вслѣдствіе значительной толщины объекта не во всѣхъ мѣстахъ будутъ доступны изслѣдованію съ сильными увеличеніями, такъ какъ объективъ будетъ приходиться въ соприкосновеніе съ покровнымъ стекломъ.—Корневые волоски очень длинны, трубчатой формы и, подобно всѣмъ другимъ корневымъ волоскамъ, однокѣтчны. Протоплазма, заключающаяся въ нихъ въ значительномъ количествѣ, находится въ сильномъ движеніи. Мы не видимъ здѣсь однако многочисленныхъ, сѣтчато развѣтвленныхъ нѣжныхъ токовъ, а замѣнявъ этого одинъ крупный, замкнутый токъ протоплазмы, движущійся по стѣнкѣ. Мы назовемъ эту форму движенія протоплазмы—ротацией и станемъ отличать ее отъ прежде описаннаго движенія—циркуляціи. Этотъ замкнутый токъ представляется въ видѣ широкой замкнутой ленты, скрученной слабо винтообразно, которая, будучи изображена въ одной плоскости, образовала бы фигуру въ видѣ растянутой цифры 8.—Однако не слѣдуетъ представлять себѣ движенія такимъ образомъ, будтоэта лента скручена внутри кѣтки какъ одно связанное цѣлое, потому что во время движенія сосѣднія частицы мѣняютъ постоянно свое взаимное положеніе.—Оба противоположно направленные тока не граничатъ непосредственно другъ съ другомъ, но отдѣлены полоской

протоплазмы, остающейся въ покоѣ. Эта «безразличная полоска» представляетъ чрезвычайно тонкій слой протоплазмы.

Весьма поучительные препараты для ротации протоплазмы даютъ листья *Vallisneria spiralis*, растенія разводимаго во всѣхъ ботаническихъ садахъ, и часто даже въ комнатахъ. Для изслѣдованія нужно взять крупный листъ и приготовить разрѣзъ изъ нижней его части. Съ этою цѣлью лучше всего помѣстить узкій и длинный листъ на указательный палецъ придерживая его съ двухъ сторонъ среднимъ и большимъ пальцемъ. Затѣмъ дѣлаютъ плоскостной разрѣзъ, ведя бритву параллельно длинной оси листа. Нужно стараться получить при этомъ пластинку толщиной въ половину толщины листа и эту пластинку положить въ каплю воды на предметное стекло эпидермисомъ внизъ. Приставшій къ препарату воздухъ дѣлаетъ нѣкоторые его мѣста неясными, но во всякомъ случаѣ найдутся другія участки, гдѣ можно безъ всякой помѣхи производить наблюденіе. — Обыкновенно проходитъ нѣкоторое время прежде чѣмъ движеніе становится замѣтнымъ. — Лучше всего наблюдать его въ широкихъ вытянутыхъ клѣткахъ, лежащихъ въ срединѣ листа. При низкой температурѣ комнатнаго движеніе происходитъ очень медленно, и этому можно помочь подогревая немного предметное стеклышко. Токъ протоплазмы движется вокругъ всей клѣтки, не уклоняясь значительно отъ направленія параллельнаго длинной ея оси. Безразличная полоска имѣетъ значительную ширину. — Токъ увлекаетъ съ собою зеленые хлорофилловые зерна и клѣточное ядро, имѣющее форму плоскаго кружка; — послѣднее по временамъ дѣлается замѣтнымъ, въ большинствѣ случаевъ оно маскируется хлорофилловыми зернами. Нерѣдко на мѣстѣ загиба ядро останавливается, слѣдующій за нимъ хлорофилловый зерно начинаютъ здѣсь скопляться и затѣмъ черезъ минуту все это вѣдѣтъ увлекается токомъ дальше. Направленіе движенія мѣняется въ различныхъ клѣткахъ безъ всякой правильности. — Если подѣйствовать на разрѣзъ глицериномъ или растворомъ сахара, то протоплазма отстаетъ отъ стѣнокъ и тогда легко замѣтить, что въ первый моментъ съеживанія протоплазма не прекращаетъ своего движенія.

Самые сильные изъ извѣстныхъ для растительныхъ клѣтокъ токовъ протоплазмы мы встрѣчаемъ у представителей группы *Characeae*. Для изученія ихъ мы должны заготовить экземпляры рода *Nitella*, потому что у другаго рода этой группы *Chara* междоузлія покрыты корою, а вслѣдствіе этого непрозрачны; между тѣмъ для наблюденія особенно удобны именно междоузлія. Взявъ для изслѣдованія молодые членики растенія, мы тотчасъ-же убѣдимся въ томъ, что слои протоплазмы, находящіеся во вращеніи, имѣютъ весьма значительную толщину. Наружный слой протоплазмы, въ которомъ лежатъ хлорофилло-

выя зерна,—неподвижны и въ данномъ случаѣ онѣ сравнительно довольно толсты; въ другихъ подобныхъ случаяхъ неподвижный слой этотъ такъ тонокъ, что ускользаетъ отъ наблюденія, между тѣмъ и въ раньше изслѣдованныхъ нами объектахъ самый наружный плотный, такъ называемый кожастый слой протопласмы не принималъ никакого участія въ движеніи. На стѣнкѣ междоузлія *Nitella* замѣчается свѣтлая, легкобросающаяся въ глаза полоска, восходящая въ косомъ направленіи и свободная отъ хлорофилловыхъ зеренъ; этой полоскѣ соответствуетъ безразличная полоса въ токъ протопласмы. Здѣсь повторяется то-же самое явленіе, какое мы видѣли въ волоскахъ *Hydrocharis*, гдѣ въ безразличной полосѣ протоплазматическій слой явился также крайне редуцированнымъ. Клѣтки, образующія междоузлія у *Characeae*, содержатъ много ядеръ; токъ протопласмы увлекаетъ съ собою эти многочисленныя, удлинненной формы ядра, но они бываютъ замѣтны въ видѣ свѣтлыхъ пятнышекъ только въ очень рѣдкихъ и благопріятныхъ случаяхъ. Съ клѣточными ядрами не слѣдуетъ смѣшивать круглыхъ шаровъ, замѣчаемыхъ въ токъ протопласмы въ большемъ или меньшемъ числѣ; шары эти имѣютъ или гладкую поверхность или покрыты шипами; ихъ значеніе до сихъ поръ не выяснено окончательно; быть можетъ они представляютъ собою запасныя вещества.

IV. Упражненіе.

Хроматофоры, окрашенный клѣточный сокъ.

Мы имѣли уже случай ознакомиться вкратцѣ со строеніемъ хлорофилловыхъ зеренъ и съ тѣлами въ нихъ отложенными; теперь еще разъ обратимъ наше вниманіе специально на эти образованія. — Съ этою цѣлью мы возьмемъ мохъ, *Funaria hygrometrica*, встрѣчающійся повсюду и содержащій крупныя хлорофилловыя зерна чечевицеобразной формы; однослойныя листья его могутъ быть изслѣдуемы безъ всякой предварительной препарировки. Въ каждой клѣткѣ мы увидимъ многочисленныя хлорофилловыя зерна, значительной величины; у растенійцъ, подвергавшагося вліянію разсѣяннаго свѣта, зерна эти лежатъ только у свободныхъ клѣточныхъ стѣнокъ, т. е. у тѣхъ, которые образуютъ верхнюю и нижнюю поверхность листа; такимъ образомъ зерна представляютъ взору наблюдателя свою широкую сторону; разсматриваемыя въ профиль они значительно уже и это легко

наблюдать на одиночныхъ зернахъ, лежащихъ у боковыхъ стѣнокъ. Весьма часто въ одной и той же клѣткѣ можно найти всѣ стадіи дѣленія хлорофилловаго зерна (фиг. 16).—Покоющееся зерно имѣетъ почти шарообразную форму; затѣмъ оно становится эллиптическимъ, далѣе бисквитовиднымъ и, наконецъ, дѣлится на два. Молодыя дочернія зерна остаются нѣкоторое время во взаимномъ соприкосновеніи. — Крахмальныя зерна, отложенныя въ хлорофилловыхъ, можно наблюдать, смотря по ихъ величинѣ, съ большею или меньшею легкостью. Они выступаютъ весьма рѣзко въ тѣхъ случаяхъ, когда хлорофилловыя зерна изъ поврежденной клѣтки попадаютъ въ окружающую воду и начинаютъ дезорганизоваться. Для этого слѣдуетъ помощью острыхъ ножницъ разрѣзать листь на мелкія кусочки: крахмальныя зерна, освободившіяся изъ дезорганизовавшихся хлорофилловыхъ, разбухаютъ въ водѣ, увеличиваются въ объемъ и даютъ окрашивание съ іодомъ. Напротивъ цѣльное, неповрежденное хлорофилловое зерно окрашивается съ іодомъ въ бурый цвѣтъ, вслѣдствіе сочетанія синей окраски крахмала, съ темно-бурой протопласмы и зеленой хлорофилла. Для того, чтобы получить реакцію на іодъ въ неповрежденномъ зернѣ, слѣдуетъ взять для изслѣдованія листь, пролежавшіе долгое время въ алкоголѣ и обезцвѣтившіеся. Хлорофилловыя зерна такихъ листьевъ безцвѣтны; крахмалъ, въ нихъ заключенный, по мѣрѣ проникновенія іоднаго раствора, принимаетъ окраску раньше, чѣмъ протопласма. Реакція на іодъ выступаетъ еще яснѣе, если препаратъ былъ обработанъ предварительно ѣдкимъ кали, вызывающимъ разбуханіе крахмальныхъ зеренъ.—Этотъ послѣдній приемъ даетъ возможность доказать присутствіе въ хлорофилловыхъ тѣлахъ ничтожнѣйшихъ количествъ крахмала ¹⁾). Со свѣжими хлорофилловыми зернами это удастся при обработкѣ ихъ растворомъ 5 ч. хлоральгидрата въ 1 ч. воды, ²⁾ къ которому прибавляется на предметномъ стеклышкѣ немного іодной тинктуры.—Хлорофиллъ растворяется и черезъ нѣсколько минутъ листь становится безцвѣтнымъ; въ то же время хлорофилловое зерно, выѣстѣ съ отложенными въ немъ зернами крахмала, разбухаютъ и послѣднія получаютъ явственную синюю окраску. Точно такъ-же и листь, обезцвѣченные въ спиртѣ, при обработкѣ ихъ только что указаннымъ растворомъ, обнаруживаютъ присутствіе въ хлорофилловыхъ зернахъ крахмала, окрашивающагося въ синий цвѣтъ, въ то время, какъ хлорофилловыя зерна остаются неокрашенными. Хлорофилловыя зерна, обезцвѣченные въ спиртѣ, можно окрасить хорошо весьма слабымъ воднымъ растворомъ метиль-фіолета или генціана фіолета; клѣточные оболочки окрашиваются также при этомъ, но зерна яв-



Фиг. 16.
Хлорофилловыя зерна изъ
листа *Fuchsia*
hygro-
metrica.

ляются болѣе темными и благодаря этому выступаютъ гораздо рѣзче.

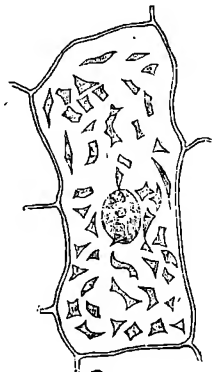
При сильныхъ увеличеніяхъ хлорофилловыя зерна листьевъ *Fuparia* кажутся усѣянными нѣжными точками, что указываетъ на ихъ сѣтчатое строеніе.

Такіе-же результаты какъ съ листьями *Fuparia* получаются и при изслѣдованіи предростцевъ папоротниковъ, такъ что эти два объекта могутъ замѣнять другъ друга. — Предростцы встрѣчаются всегда въ оранжереяхъ, въ которыхъ культивируются папоротники; выборъ того или иного вида въ данномъ случаѣ для изслѣдованія безразличенъ.

Для того, чтобы познакомиться съ другими иначе окрашенными зернами³⁾ обратимся прежде всего къ *Tropaneolum majus*. — Для изученія возьмемъ цвѣты только что распустившіеся, въ виду того, что въ старыхъ цвѣтахъ окрашенные тѣла вскорѣ дезорганизуются. Препаратъ можно приготовить также помощью тонкаго пинцета: кончикъ его погружаютъ въ ткань и затѣмъ отрываютъ тонкую ея полоску. — Препаратъ кладутъ въ воду при чемъ эпидермисъ долженъ быть обращенъ вверхъ; — вслѣдъ за тѣмъ слѣдуетъ начать изслѣдованіе, такъ какъ вредное вліяніе воды на окрашенные зерна обнаруживается весьма быстро. Край разрыва обыкновенно поврежденъ, а потому для наблюденія нужно избирать совершенно неизмѣненные клѣтки. Окрашенные зерна — желтаго цвѣта, съ оранжевымъ оттѣнкомъ. Они веретенообразны, трех- или четырехугольны (рис. 17); формы ихъ приближаются къ кристаллическимъ. — Неповрежденные зерна совершенно однородны; при дѣйствіи воды они разбухаютъ, округляются и въ нихъ появляются небольшія пространства, наполненные водою, такъ наз. вакуоли. Тѣла эти въ особенно значительномъ числѣ прилегаютъ къ внутренней стѣнкѣ эпидермальныхъ клѣтокъ верхней поверхности чашелистиковъ. — Бурыя полоски, замѣчаемыя на этой же поверхности чашелистиковъ, обязаны своимъ происхожденіемъ клѣткамъ эпидермиса, расположеннымъ рядами и наполненнымъ кармино-краснымъ клѣточнымъ сокомъ; эти клѣтки содержатъ кромѣ того и желтыя тѣла, но они маскируются окрашеннымъ сокомъ. Въ красныхъ клѣткахъ замѣтно въ большинствѣ случаевъ клѣточное ядро въ видѣ свѣтлаго пятнышка.

Въ лепесткахъ мы находимъ подобное же. — Для изслѣдованія можно взять или край пластинки или рѣснички, сидящія у ея основанія; воздухъ, приставшій къ поверхности мѣшаетъ наблюденію, но всегда можно найти участки, свободные отъ воздуха или удалить его легкимъ надавливаніемъ на покрывное стеклышко. Во всякомъ слу-

чаѣ при подобномъ изслѣдованіи чашелистичкамъ должно быть оказано предпочтеніе въ виду того, что сосочки, покрывающіе поверхность лепестковъ, являются значительной помѣхой. Легко убѣдиться, что, за исключеніемъ бурыхъ полосокъ на двухъ нижнихъ лепесткахъ, всѣ эпидермальные клѣтки верхней и нижней поверхности вырастаютъ посрединѣ въ отростокъ или сосочекъ, имѣющій форму тупаго конуса. Такіе сосочки развиты на верхней поверхности сильнѣе, чѣмъ на нижней; они придаютъ лепесткамъ ихъ бархатистый видъ и между ними воздухъ удерживается съ значительною силою.—Огненно-красныя пятна при основаніи лепестковъ зависятъ отъ эпидермальныхъ клѣтокъ съ розовымъ клѣточнымъ сокомъ и желтыми зернышками.—При изслѣдованіи легко замѣтить, что наружныя стѣнки эпидермальныхъ клѣтокъ верхней поверхности лепестковъ снабжены продольными полосками; полоски не заворачиваются) на границѣ отдѣльныхъ клѣтокъ и представляютъ собою складки кутикулы, покрывающей эпидермисъ. Окрашенные тѣла фиксируются довольно хорошо помощью водной тинктуры іода и принимаютъ при этомъ зеленую окраску; они выступаютъ весьма рѣзко. Клѣточное ядро окрашивается одновременно въ темно-бурый цвѣтъ, его ядрышко становится замѣтнѣе. Отъ метиль-фіолета или генціана-фіолета окрашенные тѣла принимаютъ фіолетовую окраску.

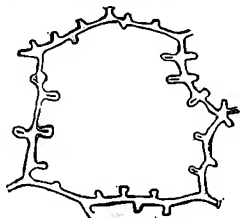


Фиг. 17. Съ верхней поверхности чашечки *Trorascolum majus*. Нижняя стѣнка эпидермальной клѣтки, съ прилегающими къ ней окрашенными тѣлами.

Желтый пигментъ связанъ почти всегда съ протоплазмой, но бываютъ единичные случаи, гдѣ онъ встрѣчается раствореннымъ въ клѣточномъ сокѣ. Одинъ изъ такихъ случаевъ у *Verbascum nigrum* мы рассмотримъ подробнѣе. — Мы можемъ изслѣдовать здѣсь лепестки безъ всякой препарировки, слѣдуетъ только предварительно удалить съ поверхности ихъ, приставшій къ ней, воздухъ или помощью надавливанія на покрывное стеклышко или подъ колоколомъ воздушнаго насоса. Эпидермальные клѣтки, какъ верхней такъ и нижней поверхности, имѣютъ волнистое очертаніе и выполнены желтымъ клѣточнымъ сокомъ. Бурія пятна у основанія лепестковъ зависятъ отъ пурпуроваго или бурога клѣточного сока.—Въ эпидермисѣ тычинокъ, съ поверхности которыхъ легко посредствомъ бритвы отдѣлать тонкія полоски, замѣчается также желтый клѣточный сокъ, но кромѣ того въ каждой клѣткѣ есть еще неправильный комочъ цвѣта киновари и нѣсколько безцвѣтныхъ, наполненныхъ крахмаломъ, лейкопластовъ.

Доказано, что желтые участки нижней губы вѣнчика *Anthrimum majus* содержатъ въ клѣткахъ сѣрно-желтый сокъ; части, окрашенные въ красный цвѣтъ, имѣютъ розовый клѣточный сокъ и мѣстами заключаютъ одинъ, рѣже нѣсколько карминно-красныхъ шариковъ.

Голубой клѣточный сокъ находимъ въ эпидермисѣ вѣнчика *Vinca major* или *minor*. — Эпидермальные клѣтки верхней стороны образуютъ сосочки и кожица обоихъ сторонъ легко отдѣляется помощью пинцета. — Боковыя стѣнки эпидермальныхъ



Фиг. 18. Эпидермальная клѣтка нижней поверхности лепестка *Vinca minor*. Увел. 540.

клѣтокъ образуютъ полоски, вдающіяся въ полость клѣтки (фиг. 18); полоски эти на внутреннемъ своемъ концѣ нередко вздуваются, могутъ даже расширяться въ формѣ буквъ **Г** и, благодаря болѣе сильному лучепреломленію на своей поверхности и болѣе слабому внутри, производить впечатленіе складокъ.

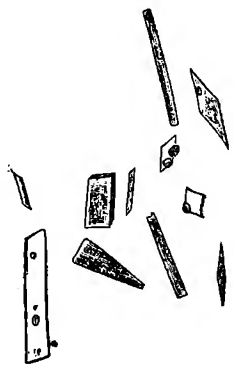
Розовый клѣточный сокъ мы должны искать въ лепесткахъ розы. И здѣсь эпидермисъ обоихъ сторонъ легко отдѣляется. Верхняя сторона имѣетъ крупныя сосочки и потому кажется прекрасно бархатистой. Кутикула отличается рѣзко выраженной полосатостью.

Въ голубыхъ чашечникахъ *Delphinium consolida* мы находимъ эпидермисъ какъ верхней, такъ и нижней стороны состоящимъ изъ клѣтокъ съ волнистыми стѣнками; кромѣ того клѣтки верхней стороны образуютъ по срединѣ сосочки. — Полоски кутикулы восходятъ на эти сосочки со всѣхъ сторонъ вверхъ, такъ что при установкѣ средины сосочка получаются солнцеобразныя фигуры. — Клѣтки содержатъ синій съ фіолетовымъ отѣнкомъ сокъ, и кромѣ того, во многихъ клѣткахъ, голубыя звѣздочки, состоящія изъ короткихъ иголокъ выкристаллизованнаго пигмента. Можно отдѣлять эпидермисъ въ видѣ маленькихъ кусковъ; но въ тоже время чашелистикъ достаточно прозраченъ для того, чтобы, удаливъ воздухъ, изслѣдовать его на краяхъ во всю его толщину.

Число примѣровъ для снято и красного клѣточного сока легко увеличить; почти всегда можно найти его въ голубыхъ и красныхъ цвѣткахъ. — Въ виду этого, особеннаго вниманія заслуживаютъ цвѣты *Adonis flammeus*, имѣющіе ярко-красную окраску. И здѣсь легко приготовить препаратъ помощью пинцета. Мы замѣчаемъ въ эпидермисѣ красныя зерна, приблизительно круглой или эллиптической формы; они относительно довольно крупныя и достигаютъ величины хлорофилловыхъ зеренъ. Они кажутся мелкозернистыми и въ водѣ распадаются

на мелькія зернышки, обнаруживающія молекулярное движеніе. Эпидермальные клѣтки — удлиненыя; ихъ кутикула имѣетъ продольную полосатость; полоски тянутся явственно черезъ границы сосѣднихъ клѣтокъ.

Весьма интересный объектъ представляетъ корень моркови (*Daucus carota*). Оранжево-красный цвѣтъ корня обусловливается карминно и оранжево-красными тѣлами имѣющими вообще кристаллическую форму. — Самые обыкновенныя формы изображены на фиг. 19. Это маленькія прямоугольныя таблички или ромбы, послѣдніе часто вытянуты иглообразно; затѣмъ призмы различной длины, иногда расширяющіяся снопообразно къ одному концу. — Въ этихъ кристаллическихъ образованіяхъ встрѣчаются часто маленькія крахмальные зерна, выступающія сбоку. Такимъ образомъ, по своему происхожденію, и эти образованія суть также крахмалообразователи и должны быть поставлены въ одну категорію съ хлорофилловыми зернами и другими хромофорами. — Выкристаллизовавшійся пигментъ опредѣляетъ собою форму такого образованія. На кристаллѣ остается небольшое количество протоплазмы, въ которой и образуются крахмальные зерна.



Фиг. 19. Хромофоры изъ корня моркови. — Нѣкоторые съ крахмальными зернами. Увел. 540.

Если мы изслѣдуемъ еще какую либо пеструю разновидность нашихъ кустарниковъ или деревьевъ или какое либо травянистое растеніе съ краснобурными листьями, то и здѣсь мы убѣдимся, что клѣтки эпидермиса содержатъ розовый сокъ; краснобурная окраска является результатомъ сочетанія краснаго цвѣта кожицы и зеленаго внутреннихъ тканей.

Красный цвѣтъ листьевъ дикаго винограда, *Ampelopsis hederae*, осенью зависитъ, какъ легко убѣдиться, отъ розоваго сока клѣтокъ внутренней ткани, но не эпидермальныхъ клѣтокъ. — Желтый осенняя окраска листьевъ обусловливается пожелтнѣемъ дезорганизующихся хлорофилловыхъ зеренъ, какъ это показываютъ намъ прекрасно листья *Ginkgo biloba*, или, за неимѣніемъ ихъ, листья различныхъ видовъ клѣна. Наконецъ бурый цвѣтъ листьевъ осенью основанъ на соответственномъ окрашиваніи клѣточныхъ стѣнокъ, главнымъ-же образомъ содержимаго клѣтокъ, какъ легко убѣдиться на листьяхъ дуба.

Крахмальные зерна образуются въ особыхъ обособленныхъ протоплазматическихъ образованіяхъ. — Мы познакомились уже съ этими образованіями и прежде всего съ хлорофилловыми зернами, далѣе съ иначе окрашенными тѣлами, въ которыхъ также

нерѣдко можно было доказать присутствіе крахмала, и наконецъ мы обратили вниманіе на безцвѣтные крахмалообразователи. На долю послѣднихъ выпадаетъ образованіе крахмальныхъ зеренъ въ глубже лежащихъ слояхъ растительнаго тѣла. — Всѣ эти образованія мы можемъ соединить подъ общимъ именемъ хроматофоръ и затѣмъ различать ихъ какъ хлоропласты, хромопласты и лейкопласты. — Образованія эти стоятъ другъ къ другу въ близкихъ родственныхъ отношеніяхъ и могутъ переходить другъ въ друга. Они принадлежатъ протоплазмѣ клѣтки и всегда погружены въ нее. — Напротивъ синія звѣздочки, найденныя нами въ клѣточномъ сокѣ *Delphinium consolida*, не имѣютъ ничего общаго съ хроматофорами: онѣ представляютъ собою пигментъ, выкристаллизовавшійся изъ клѣточного сока. Точно такъ же окрашенные комочки, встрѣчаемыя въ красномъ сокѣ у *Verbascum*, не могутъ быть причислены къ хроматофорамъ.

Самыя крупныя и красивыя крахмальные-зерна образуются въ лейкопластахъ; но послѣднія не легко поддаются наблюденію. Довольно хорошій и легко получаемый объектъ въ этомъ отношеніи представляетъ корневище *Iris germanica*. — Изъ такого корневища готовятъ плоскостные разрѣзы параллельно его поверхности; наружный слой ткани удаляютъ и изслѣдуютъ глубже лежащіе слои. Лучшее всего производить наблюденія въ водѣ. Въ неповрежденныхъ клѣткахъ лейкопласты имѣютъ видъ скопленій протоплазмы на заднемъ концѣ крахмальныхъ зеренъ (рис. 20); здѣсь растутъ только эти концы и потому зерна имѣютъ



Фиг. 20. Крахмало-образователи съ крахмальными зернами изъ корневища *Iris germanica*.
Увел. 540.

эксцентрическое строеніе. — Лейкопласты, на глазахъ наблюдателя, становятся зернистыми и распадаются на мелкія зернышки обнаруживающія молекулярное движеніе. — Весьма нерѣдко можно встрѣтить два крахмальныхъ зерна на одномъ крахмалообразователѣ. Такія зерна, разрастаясь, приходятъ во взаимное соприкосновеніе и вслѣдъ за тѣмъ на нихъ образуются общіе для обоихъ слоевъ утолщенія. — Эти и имъ подобныя явленія влекутъ за собою здѣсь и въ другихъ случаяхъ образованіе сложныхъ крахмальныхъ зеренъ.

Примѣчаніе къ IV-му упражненію.

¹⁾ Методъ Бёма. Sitzungsber. d. K. A. d. W. in Wien, Bd. XXII, pag. 479.

²⁾ По А. Meyer, das Chlorophyllkorn p. 28.

³⁾ А. F. W. Schimper. Bot. Ztg. 1880, ст. 881; 1881 ст. 185; 1883 ст. 105 и 109; А Meyer, das Chlorophyllkorn, Bot. Ztg. 1883 ст. 489.

V. Упражнение.

Ткань, утолщеніе стѣнокъ, реакціи на сахаръ, инулинъ, нитраты, дубильное вещество, древесинное вещество.

Начнемъ наше разсмотрѣніе съ бѣлой сахарной свеклы.—Отдѣлимъ отъ мясистаго корня небольшой кусокъ ткани и приготовимъ изъ него микроскопическій препаратъ. Для наблюденія возьмемъ разрѣзъ корня радіальный, т. е. такой, который прошелъ параллельно длинной оси по направленію радіуса и который, слѣдовательно, пересѣкаетъ видимыя простымъ глазомъ концентрическія кольца въ корнѣ подѣ примымъ угломъ.—Наблюдая этотъ разрѣзъ въ водѣ, мы замѣтимъ болѣе или менѣе прямоугольныя клѣтки, наполненныя водянистою безцвѣтною жидкостью. На стѣнкахъ этихъ клѣтокъ видны тамъ и сямъ свѣтлыя, круглой или овальной формы и различной величины пятнышка, представляющія поры. Въ нѣкоторыхъ клѣткахъ можно замѣтить ядро. Межклѣтныя пространства выполнены большею частью воздухомъ, который подѣ микроскопомъ кажется чернымъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ препарата паренхиматическія клѣтки сжаты и вытянуты параллельно длинной оси корня; между ними заключаются длинныя, наполненныя по большей части воздухомъ, трубки, которыя рѣзко отличаются характернымъ утолщеніемъ ихъ стѣнокъ. Эти трубки — сосуды. Утолщеніе ихъ стѣнокъ—пористо-сѣтчатое, т. е. стѣнка покрыта утолщенными полосками, сѣтчато соединенными между собою, между которыми остаются тонкія, неутолщенные мѣста. Эти неутолщенные мѣста представляются растянутыми въ направленіи перпендикулярномъ длинной оси сосуда.—Въ мѣстахъ, гдѣ сосудъ при разрѣзѣ былъ вскрытъ, можно замѣтить внутри его кольцообразныя утолщенія, вдающіяся въ его полость и находящіяся на значительномъ разстояніи другъ отъ друга. Это остатки первоначальныхъ цѣльныхъ перегородокъ, имѣющіе теперь видъ діафрагмъ и показывающіе, что сосудъ произошелъ изъ цѣлаго ряда клѣтокъ. Воздухъ, заключенный въ сосудахъ, часто мѣшаетъ наблюденію; его слѣдуетъ удалить при помощи воздушнаго насоса. Кто не имѣетъ подѣ руками насоса, тотъ долженъ стараться удалить воздухъ, погружая препаратъ въ свѣже-прокипяченную воду; еще скорѣе можно достигнуть этого,

погрузивъ препаратъ на короткое время въ спиртъ. Правда, въ послѣднемъ случаѣ содержимое клѣтокъ погибаетъ, но это обстоятельство не имѣетъ значенія при нашемъ настоящемъ изслѣдованіи.

Мѣстами мы находимъ въ препаратахъ одиночныя клѣтки, выполненные мелкими клиноромбическими кристаллами и кажущіяся почти черными. — Кристаллы эти состоятъ изъ щавелевой кислоты; чтобы въ этомъ убѣдиться — подѣйствуемъ на нихъ уксусною кислотою: кристаллы при этомъ не растворяются. Если же къ другому препарату мы прибавимъ немного сѣрной кислоты, то раствореніе происходитъ тотчасъ же; количество образующагося при этомъ гипса столь незначительно, что остается въ растворѣ въ окружающей жидкости.

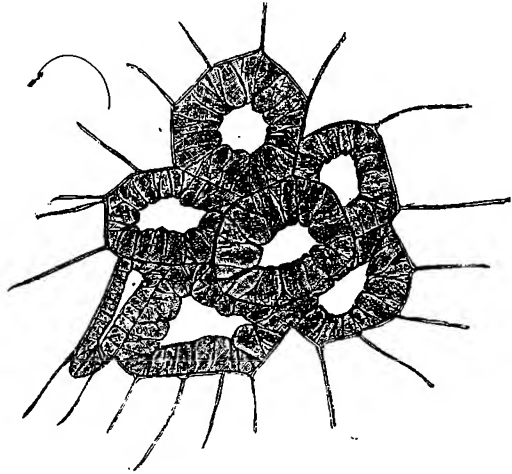
Гораздо изящнѣе и яснѣе выступаютъ особенности строенія клѣтокъ свеклы, если разрѣзы подвергнуть обработкѣ воднымъ растворомъ метилгрюна или метилгрюнъ — уксусной кислоты. — Въ обоихъ случаяхъ стѣнки клѣтокъ окрашиваются въ прекрасный зеленый цвѣтъ; во второмъ случаѣ, кромѣ того, фиксируются и быстро окрашиваются ядра. Какъ стѣнки паренхиматическихъ клѣтокъ, такъ и стѣнки сосудовъ окрашиваются одинаково въ синевато-зеленый цвѣтъ. Поры на стѣнкахъ паренхиматическихъ клѣтокъ не окрашиваются вовсе и, благодаря этому, становятся болѣе рѣзкими; онѣ суть нѣчто иное, какъ неуголщенные мѣста клѣточныхъ стѣнокъ, вообще довольно тонкихъ. Каждая паренхиматическая клѣтка заключаетъ ядро, съ явственнымъ ядрышкомъ, окруженное очень мелкими лейкопластами и, кромѣ того, тонкій стѣнкоположный слой протопласмы. Сосуды не содержатъ ни ядеръ, ни протоплазматическаго содержимаго. — Если къ разрѣзу, лежащему въ водѣ, прибавить хлор-цинк-іода, то вскорѣ замѣчается характерное фіолетовое окрашиваніе клѣтчатки. Окрашиваніе появляется прежде всего на краяхъ разрѣза и часто становится яснымъ только по истеченіи многихъ часовъ. — Стѣнки сосудовъ не окрашиваются въ фіолетовый цвѣтъ, онѣ, подобно одревеснѣвшимъ стѣнкамъ, принимаютъ буроватожелтую окраску. Поры въ стѣнкахъ паренхиматическихъ клѣтокъ остаются и въ этомъ случаѣ безцвѣтными и выступаютъ особенно рѣзко. Поры эти всегда округлой формы, различной величины, распределены неправильно, одиночно или группами. Болѣе крупныя поры пересекаются фіолетовыми полосками различной толщины; онѣ раздѣляются этими полосками на участки и производятъ впечатлѣніе неправильной рѣшетки.

На поверхности поръ сидятъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ блестящія зернышки, окрашивающіяся отъ хлор-цинк-іода въ желто-бурый цвѣтъ. — Для сравненія попробуемъ реакцію

іода и сѣрной кислоты на клѣтчатку. Разрѣзъ пропитывается вначалѣ растворомъ іода или, еще лучше, растворомъ іода въ іодистомъ калиѣ и затѣмъ переносится въ слабо разведенную англіійскую сѣрную кислоту (2 ч. сѣрной кислоты и 1 ч. воды по объему); дѣйствіе обнаруживается немедленно начиная съ краевъ: разрѣзъ принимаетъ прекрасную синюю окраску. — Поры и здѣсь остаются безцвѣтными; болѣе крупныя изъ нихъ представляются голубовато-рѣшетчатыми.

Далѣе приготовимъ препаратъ изъ зрѣлой груши. Сочное мясо плода мы найдемъ состоящимъ и здѣсь изъ правильной тонкостѣнной паренхимы, большія клѣтки которой округлены на своихъ углахъ. Клѣтки эти содержатъ безцвѣтный сокъ, сильно редуцированный протоплазматическій мѣшокъ и клѣточное ядро. — Разбросанными въ ткани встрѣчаются гнѣзда спльно утолщенныхъ клѣтокъ (рис. 21).—Число такихъ «каменистыхъ клѣтокъ», об-

разующихъ гнѣздо въ различныхъ мѣстахъ, различно, оно различно также, смотря по виду груши. Эти клѣтки образуютъ такъ называемые «камни» грушъ. Клѣтки отличаются значительною толщиною стѣнокъ и многочисленными тонкими и развѣвленными поровыми каналами. — Развѣтвленія образуются такимъ образомъ, что извѣстное число поровыхъ канальцевъ, по мѣрѣ суживанія полости клѣтки, соединяются между собою и открываются въ полость клѣтки однимъ общимъ каналомъ. — Въ мѣстахъ, гдѣ соприкасаются между собою двѣ утолщенные клѣтки, легко убѣдиться, что поровые каналы этихъ клѣтокъ приходятся другъ противъ друга. Клѣтки эти въ готовомъ состояніи, какъ они изображены на рисункѣ, не содержатъ живаго клѣточного содержимаго, а только водянистую жидкость. Такимъ образомъ онѣ представляютъ собою только мертвыя клѣточные оболочки. При обработкѣ хлоридомъ-іодомъ тонкостѣнныя паренхиматическія клѣтки принимаютъ постепенно фіолетовую окраску, утолщенные — становятся желто-



Фиг. 21. Изъ плода груши. Сильно утолщенные клѣтки съ развѣвленными поровыми каналами, окруженныя тонкостѣнной паренхимой. Увел. 240.

бурыми. Изъ этого слѣдуетъ, что послѣднія одеревѣли и въ виду сильнаго утолщенія и одеревѣнія ихъ стѣнокъ должны быть причислены къ «склеренхимѣ». Подробности строенія утолщенныхъ клѣтокъ послѣ обработки ихъ хлор цинк-іодомъ дѣлаются особенно ясными.

Воспользуемся плодовымъ мясомъ груши для того, чтобы изучить микроскопическія реакціи на сахаръ.—¹⁾ Самая употребительная—это реакція съ фелинговою жидкостью.—Жидкость эту готовятъ, растворяя мѣдный купоросъ и Сегнетову соль въ водѣ, въ отношеніи 34,64 gr. чистаго перекристаллизованнаго мѣднаго купороса и 200 gr. Сегнетовой соли. Растворъ этотъ хорошо сохраняется.—При его употребленіи прибавляютъ 600 ссм. натровой щелочи, удѣльный вѣсъ которой $\approx 1,12$, разбавляютъ до 1000 ссм. и нагреваютъ до кипѣнія.

Разрѣзы, на которыхъ желательно прѣдѣлать реакцію, не должны быть слишкомъ тонки, они должны состоять по меньшей мѣрѣ изъ двухъ слоевъ неповрежденныхъ клѣтокъ и само собою понятно, что ихъ не слѣдуетъ погружать въ воду. Взявъ пинцетомъ такой разрѣзъ, погружаютъ его въ кипящій растворъ; по прошествіи двухъ секундъ онъ окрашивается въ прекрасный цвѣтъ сурика. Подъ микроскопомъ мы находимъ въ клѣткахъ осадокъ редуцированной закиси мѣди цвѣта сурика. Такимъ образомъ мы убѣждаемся, что въ клѣткахъ груши существуетъ тѣло, редуцирующее щелочной растворъ окиси мѣди, тѣло изъ группы винограднаго сахара (глюкозы), въ данномъ частномъ случаѣ виноградный сахаръ.

Для сравненія сдѣлаемъ пробу съ разрѣзомъ изъ сахарной свеклы. — Какъ извѣстно, она содержитъ тѣло изъ группы тростниковаго сахара, именно тростниковый сахаръ. Послѣ двухъ секундъ пребыванія въ кипящемъ растворѣ, разрѣзъ этотъ не даетъ никакого осадка въ клѣткахъ. Подъ микроскопомъ онъ имѣетъ синій цвѣтъ. Послѣ болѣе продолжительнаго пребыванія въ фелинговой жидкости, разрѣзъ окрашивается въ цвѣтъ сурика, начиная съ поверхности. Тростниковый сахаръ инвертируется и даетъ осадокъ закиси мѣди. Подъ микроскопомъ периферическіе слои клѣтокъ содержатъ зернышки цвѣта сурика, внутренніе слои, если дѣйствіе реактива было не продолжительно, заключаютъ синюю жидкость.

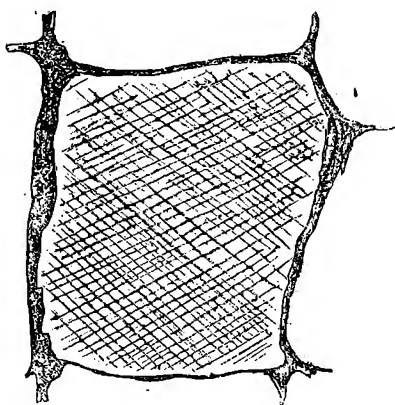
Весьма удобной для микроскопическаго изслѣдованія является реакція на сахаръ Барфѣда съ подкисленною уксуснокислою окисью мѣди ²⁾. Приготавливаютъ этотъ реактивъ, растворяя 1 ч. средней перекристаллизованной уксусно-кислой окиси мѣди въ 15 ч. воды. Къ 200 ссм. этого раствора прибавляютъ 5 ссм. уксусной кислоты, содержащей 38% безводной кислоты. Въ такой кипящій растворъ, взятый въ количествѣ 5 до 8 ссм. погру-

зимъ въ одномъ случаѣ разрѣзы груши, въ другомъ — разрѣзы сахарной свеклы. Затѣмъ выльемъ жидкость вмѣстѣ съ разрѣзами въ маленькія кристаллизаціонныя чашки и оставимъ ее на нѣсколько часовъ; по прошествіи ихъ, разрѣзы груши покрывается мелкимъ осадкомъ закиси мѣди; такой же осадокъ мы найдемъ и въ кристаллизаціонной чашкѣ; напротивъ, разрѣзы свеклы, какъ легко убѣдиться подъ микроскопомъ, совершенно свободны отъ осадка; его нѣтъ и въ чашкѣ. — Для того, чтобы наблюдать эту реакцію, слѣдуетъ контролировать ее черезъ нѣсколько часовъ; послѣ болѣе продолжительнаго времени, небольшой по количеству осадокъ можетъ вновь окислиться и затѣмъ раствориться.

Наконецъ воспользуемся сахарною свеклою для того, чтобы изучить микрохимическую реакцію на нитраты и нитриты съ дифенилламиномъ³⁾. Реактивъ этотъ, употребляемый химиками для обнаруженія малѣйшихъ количествъ нитратовъ и нитритовъ, оказываетъ большія услуги и при гистологическихъ изслѣдованіяхъ. Приготовимъ поперечные и продольные разрѣзы свеклы и позаботимся о томъ, чтобы разрѣзы эти достигали ея поверхности; помѣстивъ разрѣзы на предметное стекло, дадимъ имъ немного подсохнуть и уже затѣмъ прибавимъ къ нимъ реактива. Мы станемъ употреблять растворъ 0,5 g. дифенилламина въ 10 *сст.* чистой сѣрной кислоты. Вслѣдъ за прибавленіемъ раствора появляется синее окрашиваніе, образуется анилиновая синь въ периферическихъ слояхъ разрѣза. Эти слои состоятъ изъ самыхъ молодыхъ, развивающихся тканей свеклы; слѣдовательно, эти именно ткани содержатъ нитраты. Изъ участковъ разрѣза, окрашенныхъ въ синій цвѣтъ, пигментъ переходитъ на другія его части, но въ первый моментъ реакція окрашивающійся участокъ ограниченъ весьма рѣзко. — Въ виду того, что въ растеніяхъ, судя по произведеннымъ анализамъ, чаще всего встрѣчаются нитраты и только въ рѣдкихъ случаяхъ нитриты, мы можемъ заключить съ большою вѣроятностью, что и въ данномъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ нитратами. Если взять для реакціи не подсохнувшіе, а совершенно свѣжіе разрѣзы, то образующійся пигментъ быстро распространяется въ окружающей средѣ, и окрашенный участокъ ограниченъ не рѣзко.

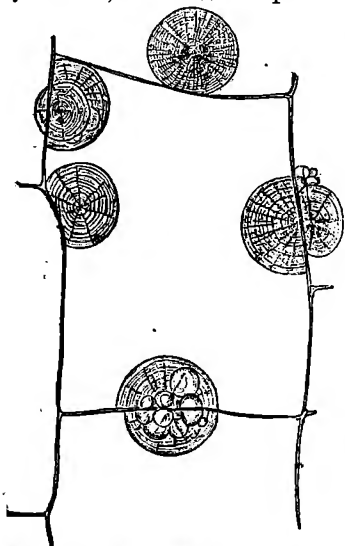
Теперь возьмемъ для изслѣдованія клубни георгины (*Dahlia variabilis*). На продольномъ осевомъ разрѣзѣ клубни мы легко замѣтимъ центральную сердцевину; продольный разрѣзъ изъ этой послѣдней даетъ подъ микроскопомъ болѣе или менѣе прямоугольныя, продольными рядами расположенныя клѣтки, съ сильно редуцированнымъ протоплазматическимъ слоемъ, ядромъ и безцвѣтнымъ сокомъ (фиг. 22). Межклѣтчныя пространства содержатъ воздухъ, клѣточные стѣнки представляютъ нѣжную полосатость. Полоски восходятъ подъ угломъ 35°—40°. Наблю-

дая ихъ, легко придти къ заключенію, что имѣешь передъ глазами двѣ системы полосокъ взаимно перекрещивающихся въ одной и той же плоскости, что объясняется сравнительно нич-



Фиг. 22. Изъ сердцевины *Dahlia variabilis*. Увел. 240.

тожной толщиной стѣнокъ.—На самомъ дѣлѣ полоски, идущія въ одномъ направленіи, принадлежатъ одной клѣткѣ, полоски направленные въ противоположную сторону—другой клѣткѣ, въ чемъ легко убѣдиться, рассматривая свободный край разрыва.— При дѣйствіи хлор-цинк-іода стѣнки клѣтокъ окрашиваются тотчасъ же въ фіолетовый цвѣтъ; въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ двѣ полоски не плотно прилегаютъ другъ къ другу, замѣчается между ними свѣтлая линія.—Неутолщенные мѣста стѣнокъ, подобно порамъ, не окрашиваются отъ хлорцинк-іода. Особенно рѣзко выступаютъ отдѣльные, сравнительно крупные, ромбической формы участки, въ видѣ поръ.—Такія поры лежатъ всегда на линіи, разграничивающей двѣ полоски и въ томъ ея мѣстѣ, гдѣ она перестѣкается такой-же линіей противоположно-направленной системы.



Фиг. 23. Изъ клубня *Dahlia variabilis*, пролежавшаго нѣсколько мѣсяцевъ въ спиртѣ. Сферокристаллы на стѣнкахъ. Увел. 240.

Если разрывъ положить въ спиртъ, то въ клѣточномъ сокѣ образуется мелкій осадокъ инулина. Если теперь замѣнить спиртъ водою и подогрѣть предметное стеклышко на спиртовой лампѣ—то осадокъ вновь растворяется. Для изученія инулина въ видѣ сферокристалловъ⁴⁾ нужно изслѣдовать куски клубней, пролежавшіе не менѣе 8 дней въ алкоголь.—Наблюдать разрывы лучше всего въ водѣ, прибавляя во время наблюденія азотную кислоту.—Сферокристаллы (фиг. 23) сидятъ всегда на клѣточныхъ стѣнкахъ. Они образуютъ шары болѣе или менѣе совершенной формы. Шары эти могутъ пересѣкаться одною или нѣсколькими клѣточными перегородками. По большей части шары различ-

ной величины образуютъ вмѣстѣ общую, болѣе крупную группу.—Каждый шаръ представляетъ болѣе или менѣе ясное радіальное строеніе, которое становится замѣтнѣе при дѣйстви азотной кислоты.—Оно зависитъ отъ игловатыхъ кристалловъ, расположенныхъ радіально и образующихъ шаръ. Кромѣ того болѣею частью замѣчается въ шарахъ и концентрическая слоистость, которая должна быть разсматриваема какъ результатъ измѣненій въ условіяхъ кристаллизаціи. — Растворъ іода не вызываетъ окрашиванія. Будучи подогрѣты на предметномъ стеклышкѣ въ каплѣ воды, сферокристаллы тотчасъ исчезаютъ.

Для того, чтобы испробовать реакцію на дубильное вещество обратимся къ чернильнымъ орѣшкамъ (Galläpfel), встречаемыхъ на листьяхъ дуба.—Орѣшки эти образуются вслѣдствіе укола насѣкомаго, которое кладетъ въ ткань свое яйцо. Разрѣжемъ такой орѣшекъ пополамъ и приготовимъ изъ него тонкіе радіальные разрѣзы. Мы замѣтимъ, что внутренняя полость, занятая личинкою насѣкомаго, окружена слоемъ ткани, состоящимъ изъ изодіаметрическихъ, округленныхъ клѣтокъ; клѣтки эти богаты содержаніемъ крахмала, принимающаго отъ іода синій цвѣтъ. Снаружи слой этотъ окруженъ тканью, состоящею изъ многоугольных, вытянутыхъ радіально клѣтокъ, длина которыхъ, по мѣрѣ приближенія къ периферіи орѣшка, уменьшается, и которыя переходятъ въ мелкоклѣтчатый, съ сильно утолщенными наружными стѣнками эпидермисъ.— Вся ткань, окружающая внутренній слой, не содержитъ никакихъ опредѣленной формы отложеній.—Если свѣжеприготовленный разрѣзъ этой ткани мы положимъ въ каплю воднаго раствора хлорнаго желѣза или сѣрнокислой соли окиси желѣза, то увидимъ, что онъ окрашивается въ темносиній цвѣтъ. Это окрашиваніе сообщается окружающей жидкости и представляетъ реакцію желѣза на танинъ въ формѣ синяго окрашиванія; кромѣ того извѣстна еще реакція въ формѣ зеленаго окрашиванія. Если наблюдать реакцію подъ микроскопомъ, прибавляя къ сухому, лежащему подъ покровнымъ стекломъ, препарату постепенно растворъ желѣза, то легко замѣтить, что вначалѣ образуется мелкій темносиній осадокъ, который однако вскорѣ снова растворяется въ реактивѣ, такъ что въ концѣ клѣтки являются наполненными синею жидкостью. Самую слабую реакцію на дубильное вещество даютъ клѣтки самаго внутренняго слоя, содержація крахмалъ.

Для сравненія помѣстимъ другой разрѣзъ въ 10% водный растворъ двуххромовокислаго кали; мы увидимъ, что въ клѣткахъ, содержащихъ дубильное вещество, образуется плотный клочковатый краснобурый осадокъ, остающійся въ нихъ. Наконецъ погрузимъ разрѣзъ въ концентрированный растворъ молибденово кислаго аммонія въ концентрированномъ хлористомъ аммоніи и мы получимъ въ клѣткахъ обильный краснобурый оса-

докъ.—Эта реакція въ сомнительныхъ случаяхъ имѣетъ рѣшающее значеніе, потому что всѣ выше приведенныя могутъ быть вызываемы и другими редуцирующими тѣлами. — «Сосудистые пучки», пронизывающіе чернильный орѣшекъ, и нѣкоторыя другія особенности строенія, мы оставимъ пока безъ разсмотрѣнія, такъ какъ въ данномъ случаѣ намъ важно было познакомиться лишь съ типическою реакціею на дубильное вещество. — Разрѣзы изъ сухихъ чернильныхъ орѣшковъ даютъ также вышеприведенныя реакція, хотя и въ менѣе изящной формѣ.

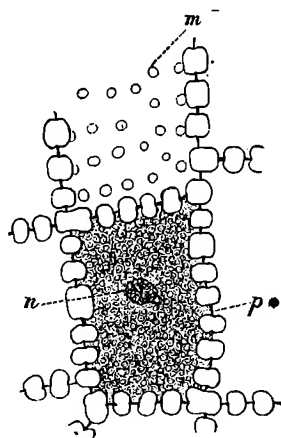
Для того, чтобы получить реакцію на танинъ въ формѣ зеленого окрашиванія, возьмемъ вѣтку ивы, напр. *Salix caprea*, удалимъ помощью ножа наружный сѣрый пробковый слой и, приготовивъ тонкій тангентальный разрѣзъ изъ зеленой ткани коры, погрузимъ его въ каплю хлорнаго желѣза. Такой разрѣзъ состоитъ главнымъ образомъ изъ четырехугольных, нѣсколько растянутыхъ въ поперечномъ направленіи клѣтокъ, съ довольно сильно утолщенными стѣнками, снабженными простыми порами. — Клѣтки содержатъ хлорофилловыя зерна, а большинство изъ нихъ преимущественно въ зимнее время, кромѣ того бѣлыя, сильно преломляющія свѣтъ, округлой формы и съ рѣзкими контурами массы, выполняющія всю полость. — Другія одиночныя клѣтки заключаютъ кристаллическія друзы щавелево-кислой извести, звѣздчатой формы, кажущіяся черными; мы будемъ имѣть случай впоследствии разсмотрѣть эти друзы подробнѣе. — Бѣлыя массы, сильно преломляющія свѣтъ, содержатъ танинъ; подвергаясь дѣйствію хлорнаго желѣза, массы эти дѣлаются грумозными и принимаютъ оливково-зеленую или буро-зеленую окраску. Въ растворѣ сѣрно-кислаго желѣза онѣ бурѣютъ еще больше; въ растворѣ двухромовокислаго кали даютъ краснобурый, въ молибденово-кисломъ аммоніѣ, въ хлористомъ аммоніѣ — темно-бурый грумозный осадокъ. — Точно такіе-же результаты получаются и съ вѣтками ольхи (*Alnus*).

Если сломать крѣпкій стволъ *Vincetoxicum*, то на краяхъ излома остаются многочисленныя маленькія волокна. Помощью пинцета постараемся отдѣлить нѣсколько такихъ волоконъ и затѣмъ помѣстимъ ихъ въ каплю воды на предметное стекло. Подъ микроскопомъ мы увидимъ длинныя, сильно утолщенные и на обоихъ концахъ заостренныя склеренхимныя волокна; полость ихъ представляется въ видѣ узенькой трубочки, исчезающей къ концамъ волокна. Въ слабо утолщенныхъ волокнахъ стѣнка имѣетъ полосатость только въ одномъ направленіи; въ сильно утолщенныхъ мы находимъ двѣ системы полосокъ, изъ которыхъ одна принадлежитъ наружнымъ слоямъ стѣнки, другая — внутреннимъ ея слоямъ. Наконецъ въ болѣе старыхъ склеренхиматическихъ волокнахъ часто можно замѣтить еще третью

внутреннюю систему полосокъ, почти перпендикулярную длинной оси. Эта послѣдняя система зависитъ отъ сѣтчатыхъ утолщениій, оставляющихъ между растянутыми порами.

Отъ хлор-цинк-иода волокна принимаютъ точасъ же фіолетовую съ бурымъ оттѣнкомъ окраску. — Особенно поучительнымъ является отношеніе волоконъ къ аміачному раствору окиси мѣди, обладающему способностью растворять чистую клѣтчатку. Дѣйствіе этого реактива слѣдуетъ наблюдать непосредственно. Стѣнки волоконъ сильно разбухаютъ; въ первый моментъ дѣйствія реактива полосатость становится яснѣе, но вскорѣ исчезаетъ. Наружные комплексы слоевъ растворяются совершенно, внутренний сѣтчатый — сохраняется дольше и потому можетъ быть наблюдаемъ вполне изолированнымъ. При началѣ разбуханія въ каждомъ изъ раньше видѣнныхъ слоевъ обнаруживается еще болѣе тонкая слоистость; такимъ образомъ каждый слой состоитъ изъ многочисленныхъ крайне тонкихъ пластинокъ. — Эта тонкая слоистость особенно рѣзко выражена во внутреннихъ болѣе плотныхъ комплексахъ слоевъ.

Теперь разрѣжемъ помощью карманнаго ножа пополамъ сѣмя *Ornithogalum*, напр. *O. umbellatum* и, смочивъ водою поверхность одной изъ двухъ половинокъ, сдѣлаемъ бритвой возможно тонкій разрѣзъ. Препаратъ этотъ (фиг. 24) покажетъ намъ четырехугольныя приблизительно клѣтки, стѣнки которыхъ сильно утолщены, и въ тоже время слои утолщенія пронизаны многочисленными простыми порами. Если клѣточная стѣнка срѣзана такимъ образомъ, что видна съ поверхности, то поры представляются въ видѣ кружковъ, какъ изображено въ верхней части нашего рисунка. Въ профиль поры кажутся каналами, идущими отъ полости клѣтки до первичной клѣточной перегородки. Поры сосѣднихъ клѣтокъ точно соответствуютъ другъ другу и раздѣлены первичной перегородкой, которую мы назовемъ замыкающею перепонкою. — Внутренняя поверхность слоя утолщенія отличается сильнымъ лучепреломленіемъ: она образуетъ «граничную плѣнку». — Если подѣйствовать на препаратъ сѣрной кислотой, прибавляя ее понемногу у края покровнаго стеклышка — то слои утолщенія растворяются и остается лишь сѣтка очень тонкихъ перегородокъ. Эти перегородки суть такъ называемыя срединныя пластинки, соответствующія первоначальнымъ клѣ-



Фиг. 24. Изъ эндосперма *Ornithogalum umbellatum* *m*—пора сверху, *p*—замыкающая перепонка, *n*—кѣлоч. ядро. Увел. 240.

точнымъ перегородкамъ, существовавшимъ раньше всякаго утолщенія; онѣ проходятъ также и въ замыкающихъ перепонкахъ поръ. — При дальнѣйшемъ дѣйствіи сѣрной кислоты исчезаютъ и эти срединныя пластинки. Хлор-цинк-іодъ вызываетъ разбуханіе слоевъ утолщенія, вслѣдствіе чего срединныя пластинки становятся замѣтными. Окрашивание препарата вслѣдствіе разбуханія становится менѣ яснымъ.

Клѣтки выполнены протоплазмой и зернистыми отложеніями; отъ іода все содержимое окрашивается въ темно-бурый цвѣтъ. Помощью метилгрюна въ каждой клѣткѣ можно доказать присутствіе ядра; впрочемъ, оно встрѣчается во всѣхъ живыхъ и способныхъ къ жизни клѣткахъ.

Подобный же видъ имѣютъ слои утолщенія въ клѣткахъ эндосперма финика (*Phoenix dactylifera*). Клѣтки здѣсь болѣе удлиненны, ихъ просвѣтъ уже, стѣнки нѣсколько толще. — Эти клѣтки расположены въ ядрѣ финика радіально. Поэтому поперечные и продольные разрѣзы, совпадающіе съ радіусами, представляютъ намъ продольный видъ этихъ клѣтокъ, разрѣзы тангентальные, перпендикулярные радіусамъ, дадутъ ихъ поперечный разрѣзъ. — Хлор-цинк-іодъ окрашиваетъ слои утолщенія въ красный фіолетовый цвѣтъ и при медленномъ разбуханіи дѣлаетъ замѣтными многочисленныя пластинки.

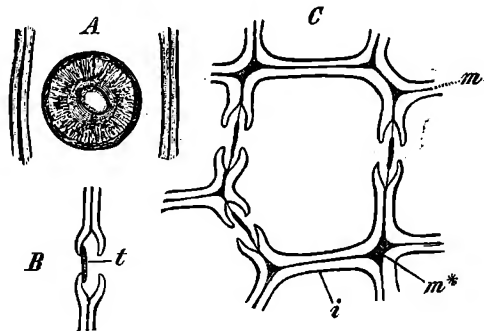
Обратимся теперь къ изученію древесины сосны съ цѣлью познаться съ такъ называемыми окаймленными порами.⁵⁾ — Возьмемъ кусокъ по возможности стараго ствола или сухаго, или, еще лучше, сохраненнаго въ спиртѣ. — Прежде всего карманнымъ ножомъ приготовимъ поверхность для разрѣзовъ: одну радіальную, параллельную длинной оси ствола, другую тангентальную и наконецъ третью, перпендикулярную длинной оси. — Концентрическія годовичныя кольца, видимыя простымъ глазомъ, служатъ критеріемъ для опредѣленія этихъ различныхъ плоскостей. Радіальный продольный разрѣзъ пересѣкаетъ годовичныя кольца перпендикулярно; тангентальный продольный разрѣзъ тѣмъ лучше, чѣмъ болѣе онъ параллеленъ этимъ кольцамъ. Поперечный разрѣзъ перпендикуляренъ двумъ предъидущимъ продольнымъ разрѣзамъ.

Приступая затѣмъ къ приготовленію микроскопическихъ разрѣзовъ, слѣдуетъ постоянно имѣть въ виду нѣкоторые правила и приемы для того, чтобы получать удачныя препараты и не портить бритвы. — Въ случаѣ если бритва отшлифована вогнуто, хорошіе разрѣзы можно дѣлать только на краяхъ нашего куска древесины, на такомъ разстояніи отъ края, пока спинка бритвы не прилегаетъ къ плоскости разрѣза. Вообще для рѣзанія древесины слѣдуетъ употреблять слабо вогнутыя бритвы; сильно вогнутыя легко ломаются при этомъ. — Можно бы реко-

мендовать употребленіе такихъ бритвъ, одна сторона которыхъ (прилегающая къ плоскости разрѣза) отшлифована плоско; но такіа бритвы страдаютъ тѣмъ недостаткомъ, что съ трудомъ хорошо острятся. — Плоскость разрѣза должна быть постоянно влажная; разрѣзы по возможности тонки. — О значительной величинѣ разрѣзовъ заботиться не слѣдуетъ. — Если начатый разрѣзъ кажется слишкомъ толстымъ, то не слѣдуетъ доводить его до конца, а лучше, во избѣжаніе зазубринъ на бритвѣ, вынуть послѣднюю изъ разрѣза. — Бритва должна быть острая, въ противномъ случаѣ она производитъ разрывы клѣточныхъ стѣнокъ и отдѣляетъ внутренніе слои утолщенія отъ наружныхъ. Древесина, сохранявшаяся въ спиртѣ, рѣжется гораздо легче чѣмъ сухая, въ особенности если ее изъ спирта переносятъ, по крайней мѣрѣ на 24 ч., въ смѣсь равныхъ частей глицерина и спирта. — Первоначальная поверхность разрѣза, сдѣланная ножомъ, представляетъ много разорванныхъ оболочекъ, которыя слѣдуетъ удалить бритвой и уже слѣдующіе за тѣмъ разрѣзы годны къ употребленію.

Правильный тангентальный продольный разрѣзъ древесныя сосны оказывается при слабомъ увеличеніи состоящимъ изъ удлиненныхъ въ продольномъ направленіи клѣтокъ съ заостренными концами, которыми они прилегаютъ другъ къ другу. — Поперегъ этихъ клѣтокъ проходятъ ряды клѣтокъ сердцевинныхъ лучей, которыми пока мы заниматься не станемъ. — Взявъ болѣе сильное увеличеніе, постараемся установить объективъ такъ, чтобы видѣть только самую широкую стѣнку удлиненной древесной клѣтки и обратимъ наше вниманіе на окаймленные поры этой стѣнки. Такая пора представляется намъ въ видѣ двухъ концентрическихъ кружковъ (фиг. 25, А). Внутренній меньшій кругъ, геср. эллипсисъ, представляетъ каналъ, соединяющій полость поры съ полостью клѣтки; болѣе наружный кругъ, геср. наружный эллипсисъ, представляетъ очертаніе поры, то мѣсто, гдѣ она

прилегаетъ къ первичной стѣнкѣ, раздѣляющей двѣ сосѣднія клѣтки. — Такимъ образомъ окаймленная пора отличается отъ



Фиг. 25. *Pinus silvestris*. А — окаймленная пора въ плоскости. В — окаймленная пора на тангентальномъ разрѣзѣ, *t* — торусъ. С — поперечный разрѣзъ трахеиды; *m* — срединная пластинка, *m** — расширенная ея часть, *i* — граничная плѣнка. Увел. 540.

простой, видѣнной нами у *Ornithogalum* и финика, лишь тѣмъ, что она расширена у своего основанія; какъ тамъ, такъ и здѣсь поры сосѣднихъ клѣтокъ соотвѣтствуютъ другъ другу. — Отверстіе, соединяющее полость поры съ полостью клѣтки, имѣетъ обыкновенно форму косо направленнаго эллипсиса (какъ въ *A* на фиг.) и въ этомъ случаѣ, переиная фокусное разстояніе, легко замѣтить, что такіа отверстія двухъ соотвѣтственныхъ поръ наклонены въ противоположныя стороны. Полости двухъ сосѣднихъ поръ раздѣлены первичной перегородкой, существовавшей раньше образованія вторичныхъ слоевъ утолщенія и только въ послѣдствіи немного утолщенной. Эта нѣжная перегородка есть замыкающая перепонка; по срединѣ она утолщена сильнѣе и образуетъ такъ наз. торусъ. При соотвѣтственной установкѣ микроскопа и внимательномъ наблюдѣніи удастся замѣтить торусъ. Онъ представляетъ матовую круглую пластинку, имѣющую діаметръ вдвое больше діаметра отверстія поры. — Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, а именно на препаратахъ изъ сухого дерева, можно замѣтить вокругъ торуса радіальную полосатость въ такомъ видѣ, что тонкая часть замыкающей перепонки кажется дифференцированной на радіально расположенныя пластинки ⁶⁾

Точное представленіе о строеніи окаймленной поры можно составить только при помощи тангентальныхъ разрѣзовъ. — Такъ какъ окаймленные поры располагаются на радіальныхъ стѣнкахъ древесинныхъ клѣтокъ ⁷⁾, то на хорошемъ тангентальномъ разрѣзѣ онѣ видны въ профиль (фиг. 25, *B*). Такіе профильные разрѣзы поръ слѣдуетъ искать на стѣнкахъ, разграничивающихъ широкія древесинныя клѣтки, и въ тоже время слѣдуетъ оставлять безъ вниманія разрѣзы сердцевинныхъ лучей, образуемыхъ рядомъ мелкихъ другъ надъ другомъ расположенныхъ клѣтокъ. — Разрѣзъ поры вполне ясенъ и понятенъ только въ очень тонкихъ мѣстахъ препарата; пора представляется въ видѣ двухъ, обращенныхъ другъ къ другу, головокъ клещей или двухъ мавританскихъ сводовъ, какъ на фиг. 25 *B*. Разъ строеніе этихъ болѣе крупныхъ поръ понятно, то легко составить себѣ представленіе о строеніи болѣе мелкихъ поръ, встрѣчаемыхъ въ толстыхъ стѣнкахъ узкихъ древесинныхъ клѣтокъ. — Кромѣ меньшей величины, разница заключается въ томъ, что здѣсь, соотвѣтственно большей толщинѣ стѣнокъ, мы найдемъ съ обѣихъ сторонъ болѣе длинный каналъ ведущій въ полость поры. — Самые крупныя окаймленные поры связаны съ самыми мелкими пѣлымъ рядомъ переходныхъ формъ. Внутри поры въ самыхъ благоприятныхъ случаяхъ можно видѣть замыкающую перепонку, утолщенную по срединѣ и образующую торусъ (*f*). Въ окаймленныхъ порахъ сухой древесины она прилегаетъ къ одной сторонѣ поровой полости; въ свѣжей дре-

весинѣ или въ древесинѣ, лежавшей въ спирту, мы находимъ эти замыкающія перепонки въ срединѣ поровой полости во всѣхъ клѣткахъ заболони; въ ядерномъ деревѣ напротивъ положеніе ихъ такое, какъ и въ сухой древесинѣ.

При дѣйствіи хлор-цинк-іода, окрашивающаго клѣточные стѣнки въ желтобурый цвѣтъ, картина нѣрѣдко становится болѣе ясной.—Желтобурое окрашивание обуславливается сильнымъ одревеснѣніемъ стѣнокъ; только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ можно иногда замѣтить фіолетовую окраску, именно тамъ, гдѣ вторичныя слои утолщенія еще не вполне одревеснѣли. Замыкающая перепонка отъ хлор-цинк-іода не окрашивается. — Послѣ обработки препарата хлор-цинк-іодомъ становится очевиднымъ, что клѣтки древесины не содержатъ ни протопласмы, ни ядра. Онѣ состоятъ изъ мертвыхъ клѣточныхъ оболочекъ. — Древесинныя клѣтки представляютъ сходство съ трахеями или сосудами не только по способу утолщенія ихъ стѣнокъ, но и по своей физиологической роли: онѣ назначены также для проведенія воды, почему имъ и даютъ названіе трахеидовъ, а въ новѣйшее время также — гидроидовъ.

Не рѣдко древесина сосны, изучаемая нами, представляетъ на продольномъ разрѣзѣ болѣе или менѣе ясную спиральную полосатость, восходящую подъ угломъ 45°. Въ этомъ случаѣ отверстія поровыхъ каналовъ растянуты по направленію полосатости, при чемъ отверстія двухъ, соответствующихъ другъ другу поръ, перекрещиваются подобно тому, какъ перекрещиваются полосы двухъ сторонъ клѣточной стѣнки.

Теперь сдѣлаемъ еще поперечный разрѣзъ черезъ древесину сосны; онъ долженъ быть чрезвычайно тонокъ. Перерѣзанные поперекъ трахеиды являются преимущественно четырехугольными и образуютъ радіально расположенные ряды. Мы обратимъ вниманіе на трахеиды съ наибольшимъ діаметромъ. На радіальныхъ ихъ стѣнкахъ мы увидимъ въ разрѣзѣ поры (рис. 25, С), представляющія здѣсь ту-же картину, какъ и на тангентальномъ разрѣзѣ.—Срединныя пластинки (*m*) являются линиями разграниченія между сосѣдними клѣтками. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ больше двухъ клѣтокъ соприкасаются между собою, срединная пластинка расширена (*m**). Внутренняя граница клѣточной стѣнки сильноѣ преломляетъ свѣтъ и образуетъ граничную плѣнку (*i*); послѣдняя особенно ясна въ сильно утолщенныхъ, съ узкою полостью трахеидахъ. Всѣ эти подробности строенія выступаютъ болѣе рѣзко при дѣйствіи сѣрной кислоты. Слои утолщенія разбухаютъ и въ концѣ конновъ растворяются, граничная плѣнка сохраняется дольше и становится весьма рѣзкой. Между разбухающими слоями утолщенія замѣтны первичныя стѣнки клѣтокъ; въ концѣ отъ нихъ остается лишь

нѣжная сѣть срединныхъ пластинокъ, принимающая темнобурю окраску. Эти срединныя пластинки, противостоящія дѣйствию концентрированной сѣрной кислоты, — кутинизированы.

При медленномъ разбуханіи въ сѣрной кислотѣ сильно утолщенныхъ трахеидовъ, часто удается замѣтить, что слои утолщенія состоятъ изъ многочисленныхъ, крайне нѣжныхъ пластинокъ. При дѣйствиі хлор-цинк-іода, поперечный разрѣзъ, подобно продольному, окрашивается въ темнобурый цвѣтъ; въ нѣкоторыхъ только клѣткахъ внутренней, сосѣдній съ граничною плѣнкою, участокъ слоя утолщенія, принимаетъ фіолетвый оттѣнокъ. Подѣйствовавъ на препаратъ, послѣ обработки хлор-цинк-іодомъ, разбавленною сѣрною кислотою можно вызвать фіолетовое окрашиваніе всего слоя утолщенія. — Если обработать тонкій поперечный разрѣзъ концентрированной хромовою кислотою, то получается результатъ противоположный дѣйствию сѣрной кислоты: срединныя пластинки растворяются, и клѣтки отдѣляются другъ отъ друга. Слой утолщенія при этомъ значительно разбухаетъ; граничная плѣнка вначалѣ становится болѣе рѣзкой, но вскорѣ исчезаетъ.

Для того чтобы познакомиться съ характерными реакціями на древесинное вещество (лигнинъ), воспользуемся флорглюциномъ и сѣрнокислымъ анилиномъ.⁸⁾ Растворивъ небольшое количество флорглюцина въ спиртѣ, погрузимъ въ этотъ растворъ нѣсколько разрѣзовъ древесины; затѣмъ перенесемъ эти разрѣзы на предметное стекло въ каплю воды и подвергнемъ дѣйствию соляной кислоты, прибавляя ее понемногу на край покровной пластинки. Стѣнки клѣтокъ принимаютъ тотчасъ-же великолѣпную фіолетовую окраску.

Разрѣзы древесины, погруженные въ водный растворъ сѣрнокислаго анилина, окрашиваются тотчасъ въ ярко-желтый цвѣтъ и это окрашиваніе можно усилить, прибавляя разбавленной сѣрной кислоты. Въмѣсто флорглюцина съ такимъ-же точно успѣхомъ можно употреблять водный или спиртовой экстрактъ древесины вишневаго дерева.⁹⁾ — Если обработать концентрированной соляной кислотой свѣжіе разрѣзы стебля сосны, на которыхъ сохранилась кора или сердцевина — то немедленно появляется желтая окраска древесины, которая затѣмъ постепенно отъ периферіи къ центру, или наоборотъ отъ центра къ периферіи переходитъ въ фіолетовый цвѣтъ.¹⁰⁾ — И здѣсь мы имѣемъ дѣло съ реакціей флорглюцина, содержащагося въ клѣткахъ коры, гезр. сердцевины. Даже сердцевинные лучи молодой древесины содержатъ немного флорглюцина, такъ что фіолетовое окрашиваніе можетъ распространяться также и отъ сердцевинныхъ лучей.

Это различное отношеніе одревеснѣвшихъ и недревеснѣвшихъ клеточныхъ оболочекъ къ различнымъ красящимъ веществамъ будетъ намъ весьма полезно въ послѣдствіи, при дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ.

Примѣчаніе къ V-му упражненію.

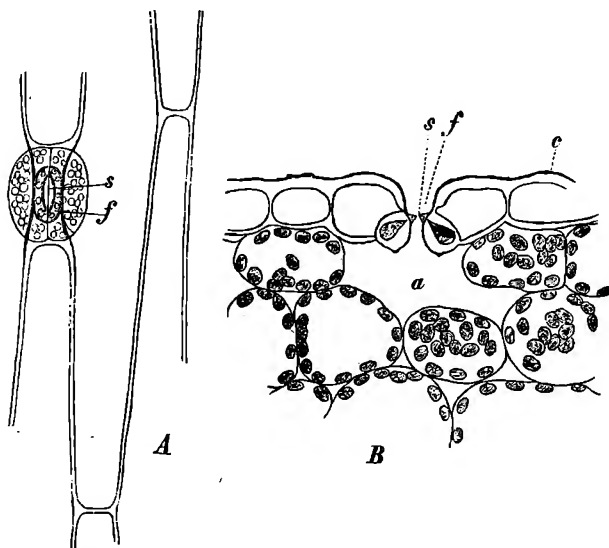
- 1) Сравн.: Sachs, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. III p. 187.
- 2) Barfoed de organiske Stoffers qualitative Analyse Kjöbenhavn, 1878, p. 210, 217, 223 примѣч.
- 3) H. Molisch; Ber. d. deut. bot. Gesell. I. Jahrg. p. 150.
- 4) Sachs. Bot. Ztg. 1864, r. 77. Hansen, Arb. d. bot. Inst. in Würzburg, Bd. III, p. 108. Mayer, Bot. Ztg. 1873, p. 334.
- 5) W. Gardiner Proceedings of the Cambridge Phil. Soc. vol. IV. Pl. VI, p. 387. Sanio. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. IX p. 50 Strasburger. Zellhäute, p. 38. Russow, Bot. Centralblatt, Bd. XIII N. 1—5; тамъ и остальная литература.
- 6) Справ. Russow, Bot. Centralbl. 1883. Bd. XIII, N. 1—5.
- 7) Тангентально расположенныя окаймленныя поры встрѣчаются у сосны весьма рѣдко; напротивъ, въ клеткахъ осенняго дерева другихъ представителей сем. Abietineae онѣ попадаются почти постоянно.
- 8) Оба реактива введенны Визнеромъ (срав. Sitzungbeg. d. math. nat. kl. d. Akad. d. Wiss. Bd. LXXVII, 1, Abthg и уже прежде въ другихъ мѣстахъ.
- 9) v. Höhnelt. Sitzber. d. math. n. kl. d. Wiener Acad. d. Wiss. Bd. LXXVI p. 685.
- 10) Тамъ-же p. 676.

VI. Упражнение.

Эпидермисъ, устьица.

Приготовимъ плоскостной разрѣзъ внѣшней (морфологической нижней) стороны листа *Iris florentina*. Разрѣзъ долженъ быть очень тонокъ и касаться лишь ткани, лежащей подъ эпидермисомъ. Станемъ изслѣдовать разрѣзъ въ водѣ, при чемъ внѣшняя его сторона должна быть обращена вверхъ; мы увидимъ, что эпидермисъ состоитъ изъ удлиненныхъ клетокъ, расположенныхъ параллельно длинной оси листа. — Клетки эти плотно соединены между собою, безъ всякихъ межклеточныхъ пространствъ и содержатъ безцвѣтный сокъ, сильно редуцированный протоплазматическій слой и ядро. Снаружи эпидермисъ покрытъ мелкозернистымъ восковымъ покровомъ. — Въ одной плоскости съ эпидермальными клетками лежатъ эллиптической формы устьица, которые однако видны не ясно, потому что четыре сосѣднія эпидермальные клетки возвышаются надъ замыкающими

клетками устьища и частью ихъ покрываютъ. Вслѣдствіе этого надъ устьищемъ образуется небольшое углубленіе, наполненное воздухомъ и потому кажущееся чернымъ. Для того, чтобы ясно



Фиг. 26. Эпидермисъ нижней стороны листа *Iris florentina*. А—сверху, В—въ поперечномъ разрѣзѣ. *f*—углубленіе; *s*—щель; *c*—кутикула; *a*—воздушная полость. Увел. 210.

видѣть замыкающія клетки, слѣдуетъ опрокинуть разрѣзъ и разсматривать его съ внутренней стороны. Тогда легко убѣдиться, что устьища состоятъ изъ двухъ замыкающихъ клетокъ полулуновидной формы, содержащихъ, въ отлчіе отъ обыкновенныхъ эпидермальныхъ клетокъ, хлорофилловыя зерна; по срединѣ клетки замѣтно ядро въ видѣ свѣтлаго пятнышка. Между замыкающими клетками находится веретенообразная щель, длина которой равна половинной длинѣ замыкающихъ клетокъ. Въ виду того, что длинная ось устьищъ совпадаетъ съ длинною осью листа, весьма легко получить хорошіе поперечные разрѣзы устьищъ: слѣдуетъ только приготовить разрѣзы листа перпендикулярные его длинной оси.

Съ этою цѣлью вырѣжемъ изъ листа помощью ножницъ узкую полоску (шириною приблизительно въ 3 *mm*) и заключимъ ее въ кусокъ сердцевины бузины или розы. Такую сердцевину легко добыть изъ сухихъ стеблей названныхъ растений, срѣзывая съ ихъ поверхности кору и древесину. Кусокъ такой сердцевины, длиною въ 3 *cm*, разрѣзывается острой бритвой попо-

ламъ и между двухъ этихъ половинокъ помѣщается плоская полоска ткани, изъ которой желательнo приготовить поперечный разрѣзъ; при этомъ узкій край такой полоски долженъ доходить до конца сердцевины. — Тонкіе поперечные разрѣзы дѣлаются затѣмъ одновременно черезъ сердцевину и черезъ объектъ и переносятся посредствомъ кисточки на предметное стекло. — Во время приготовленія разрѣзовъ обѣ половинки сердцевины или просто держатъ въ пальцахъ или связываютъ ихъ ниткою. Держать сердцевину слѣдуетъ такимъ образомъ, чтобы бритва захватывала всю широкую поверхность объекта, а не только край его; при этомъ получаются болѣе равномерные разрѣзы. Мягкую сердцевину розы слѣдуетъ предпочесть болѣе плотной сердцевинѣ бузины при рѣзаніи нѣжныхъ объектовъ; для болѣе плотныхъ объектовъ, какъ напр. нашъ листъ въ данномъ случаѣ, должно употреблять преимущественно бузинную сердцевину; для объектовъ очень твердыхъ — не сердцевину — а бутылочную пробку. Приготовленіе достаточно тонкихъ препаратовъ не должно представить въ такомъ случаѣ никакихъ серьезныхъ затрудненій, — если-же таковыя встрѣчаются, то ихъ можно устранить, пользуясь микротомомъ. — Ручной микротомъ простѣйшей конструкціи, какой можно приобрести у Цейсса (каталогъ 1883 г. № 140) за 18 марокъ, совершенно достаточенъ для этой цѣли. Микротомъ этотъ состоитъ изъ круглой, гладко отшлифованной, мѣдной пластинки, шириною въ 80 *mm.*, прикрѣпленной къ цилиндрической гильзѣ, которая въ то-же время служить и рукояткой. Внутри этой гильзы помѣщена другая, двигающаяся съ помощью винта вверхъ и внизъ; движеніе это измѣняется при помощи круга, снабженнаго дѣленіями. Кусокъ сердцевины, въ которомъ укрѣпленъ объектъ, ущемляется между двумя кусками пробки, прилаженными къ внутренней гильзѣ микротомъ; сердцевина выдается нѣсколько надъ пробкой и лежитъ въ уровень съ мѣдной пластинкой. Разрѣзы дѣлаются или обыкновенною бритвою, или бритвою плоско отшлифованною съ одной стороны; бритва ведется по поверхности мѣдной пластинки. — Послѣ каждаго разрѣза объектъ вращеніемъ винта приподнимается немного вверхъ. — Микротомы болѣе сложной конструкціи, употребляемые зоологами, — для ботаниковъ излишни.

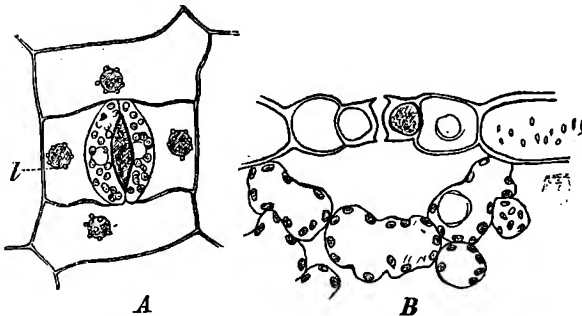
Приготовивъ большое число препаратовъ для будущихъ наблюденій и помѣстивъ ихъ предварительнo въ часовое стекло, наполненное водою. — Изслѣдуя первые разрѣзы въ водѣ, мы увидимъ, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ они представляютъ срединныя пластинки изъ устьицъ въ такомъ видѣ, какъ это изображено на фиг. 26 В. Этотъ разрѣзъ показываетъ, что эпидермальныя клѣтки *Iris florentina* утоплены снаружи сильнѣе, чѣмъ внутри; впрочемъ внутреннія ихъ стѣнки все-таки относительно достаточно толсты, между тѣмъ какъ радіальныя имѣютъ

весьма ничтожную толщину. Это обстоятельство находится въ связи съ физиологическими функціями эпидермиса, который не только служитъ вышнимъ покровомъ растенія, но представляетъ собою водной его резервуаръ. Такія радіальныя стѣнки даютъ возможность эпидермальнымъ клѣткамъ измѣнять свой объемъ: при уменьшеніи количества воды высота клѣтокъ уменьшается, при увеличеніи количества воды — увеличивается. Двѣ замыкающія клѣтки устьища лежатъ ниже эпидермальныхъ клѣтокъ и теперь становится понятнымъ, какимъ образомъ послѣднія возвышаются надъ устьищемъ. — Небольшое углубленіе (*f*) ведетъ къ замыкающимъ клѣткамъ, которыя на поперечномъ разрѣзѣ представляютъ вполне своеобразное строеніе. На верхней и на нижней своей поверхности клѣтки эти сильно утолщены, и эти утолщенные мѣста на сторонѣ щели примыкаютъ другъ къ другу. Надъ утолщеннымъ мѣстомъ находится еще особый клювообразный отростокъ. Противоположная стѣнка замыкающей клѣтки, которою она граничитъ съ клѣтками эпидермальными, сравнительно очень тонка. — Такое строеніе замыкающихъ клѣтокъ находится въ связѣ съ механизмомъ ихъ движенія; если тургоръ ихъ увеличивается, онѣ сильнѣе изгибаются, и щель вслѣдствіе этого расширяется; наоборотъ, если тургоръ уменьшается, клѣтки эти должны выпрямиться, и щель сужится. Въ самомъ дѣлѣ, вполне понятно, что при увеличеніи тургора замыкающая клѣтка на сторонѣ, представляющей меньшее сопротивленіе, становится болѣе выпуклой, на сторонѣ, представляющей большее сопротивленіе — болѣе вогнутой, подобно тому, какъ каучуковая трубка съ неравномерно утолщенной стѣнкой становится вогнутой на сторонѣ бѣльшаго сопротивленія, при накачиваніи въ нее воздуха или воды. Тонкое мѣсто на сторонѣ, обращенной къ щели, гдѣ соприкасаются утолщенія, облегчаетъ измѣненіе формы замыкающихъ клѣтокъ въ томъ смыслѣ, что на этой сторонѣ онѣ становятся болѣе плоскими; мы видимъ также, что наружная стѣнка эпидермиса, приближаясь къ замыкающимъ клѣткамъ, внезапно утончается, что въ свою очередь облегчаетъ движеніе замыкающихъ клѣтокъ. Послѣднія укрѣплены здѣсь какъ бы на шарнирахъ на такъ называемыхъ кожистыхъ суставахъ. Подъ устьищемъ лежитъ дыхательная полость (*a*) — большое межклеточное пространство, наполненное воздухомъ, окруженное хлорофиллоносными клѣтками и находящееся въ сообщеніи съ другими межклеточными пространствами. — Обработавъ разрѣзъ хлор-цинк-іодомъ, мы увидимъ, что стѣнки эпидермиса окрашиваются по всей своей окружности, за исключеніемъ тонкой, снабженной складками наружной плѣнки, принимающей желтобурый цвѣтъ и называемой кутикулой (*c*). Эта кутикула утолщается у щели устьища и образуетъ упомянутый выше клювообразный отростокъ, который отъ хлорцинкаіода при-

нимаетъ желтобурую окраску и, слѣдовательно, кутинизированъ. Кутикула въ видѣ нѣжной плѣнки покрываетъ замыкающія клѣтки на сторонахъ, граничащихъ со щелью, и продолжается до хлорофиллоносной паренхимы. И замыкающія клѣтки, исключая только покрывающую ихъ кутикулу, окрашиваются въ фиолетовый цвѣтъ. При дѣйствіи концентрированной сѣрной кислоты всѣ клѣтки разрѣза растворяются, и остается лишь кутикула съ кутинизированными отростками устьища.

Чрезвычайно удобный для изученія устьищъ объектъ представляетъ намъ *Tradescantia virginica*. Эпидермисъ обѣихъ сторонъ листа состоитъ изъ многоугольныхъ клѣтокъ, вытянутыхъ по направленію длинной оси листа и чередующихся съ узкими полосками изъ болѣе узкихъ и длинныхъ клѣтокъ. Эти послѣднія замѣтны даже простымъ глазомъ и именно на нижней поверхности; онѣ зеленого цвѣта, въ то время какъ участки, состоящіе изъ крупныхъ клѣтокъ, кажутся сѣрыми. Боковыя стѣнки эпидермальныхъ клѣтокъ снабжены порами; наружная ихъ поверхность слабо полосата. Число устьищъ на нижней поверхности листа гораздо болѣе значительно, а потому нижнюю поверхность мы и будемъ изслѣдовать.

Устьица окружены почти всегда четырьмя эпидермальными клѣтками (фиг. 27) и лежатъ на одномъ съ ними уровнѣ; щель ихъ сравнительно большая. Замыкающія клѣтки содержатъ хлорофилловые зерна, между которыми болѣею частью видно ядро;



Фиг. 27. Эпидермисъ нижней поверхности листа *Tradescantia virginica*.
А—сверху, В—въ поперечномъ разрѣзѣ; l—лейкопласты. Увел. 240.

и въ эпидермальныхъ клѣткахъ также замѣтны ядра, окруженные безцвѣтными лейкопластами (27, А); клѣточный ихъ сокъ окрашенъ мѣстами въ розовый цвѣтъ. Длинная ось устьищъ совпадаетъ и здѣсь съ длинною осью листа, что значительно облегчаетъ приготовленіе хорошихъ поперечныхъ разрѣзовъ.— На поперечномъ разрѣзѣ устьице имѣетъ видъ, представленный на фиг. 27 В.—Стѣнки замыкающихъ клѣтокъ, обращенныя къ

щели, здѣсь также сильно утолщены; стѣнки-же, граничащія съ эпидермальными клѣтками — тоньше. Кромѣ того, легко замѣтить, что двѣ сосѣднія съ замыкающими эпидермальными клѣтками имѣютъ болѣе плоскую форму, и что наружныя ихъ стѣнки утолщены слабѣе, чѣмъ такія-же стѣнки другихъ эпидермальныхъ клѣтокъ. Эти двѣ клѣтки, называемыя придаточными, принадлежатъ къ устьицу и образуютъ шарнирный суставъ, который у *Iris florentina* былъ замѣненъ тонкимъ участкомъ кожицы въ мѣстѣ прикрѣпленія замыкающихъ клѣтокъ.

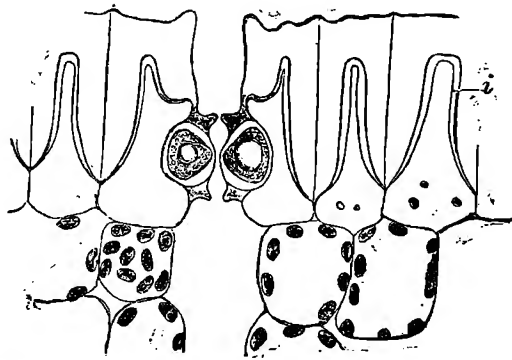
Лейкопlastы (l), окружающіе ядро въ эпидермальныхъ клѣткахъ, представляютъ весьма удобный объектъ для наблюденія.—Весьма любопытно то обстоятельство, что образованія эти, находясь въ клѣткахъ эпидермиса и подвергаясь, слѣдовательно, дѣйствію свѣта, остаются однако безцвѣтными и не вырастаютъ въ хлорофилловыя зерна. — Очевидно эпидермисъ не функционируетъ здѣсь, какъ ассимиляціонный аппаратъ, а играетъ иную роль.

Часто разводимая въ садахъ *Tradescantia zebrina* имѣетъ устьица подобнаго же строенія. — Только нижняя сторона листа снабжена устьицами. Поперечный ихъ разрѣзъ весьма поучителенъ, но полученіе такихъ разрѣзовъ связано съ значительными трудностями; впрочемъ для общаго разсмотрѣнія годятся и толстые разрѣзы. — Эпидермальные клѣтки обихъ сторонъ листа отличаются своей значительной величиной; высота клѣтокъ верхней стороны равняется почти половинной толщинѣ всего листа; многія изъ нихъ раздѣлены поперечными перегородками. Клѣтки содержатъ водянистый клѣточный сокъ; въ клѣткахъ нижней стороны онъ по большей части окрашенъ въ розовый цвѣтъ. — Такимъ образомъ листья *Tradescantia zebrina* имѣютъ въ клѣткахъ эпидермиса большой водяной резервуаръ. Придаточныя клѣтки, всегда въ числѣ четырехъ, совершенно плоски, вслѣдствіе чего подъ устьищемъ образуется большая дыхательная полость, имѣющая высоту, равную высотѣ сосѣднихъ эпидермальныхъ клѣтокъ. — Даже на толстыхъ мѣстахъ разрѣза изъ нижней поверхности листа, при соотвѣтственной болѣе глубокой установкѣ, можно видѣть ясно дыхательную полость, если только она не вскрыта разрѣзомъ и остается наполненной воздухомъ. — Вблизи ядеръ эпидермальныхъ клѣтокъ и здѣсь ясно замѣтны лейкопlastы.

Виды *Aloë* и *Agave* имѣютъ эпидермальные клѣтки, сильно утолщенные на вѣшней поверхности, и вслѣдствіе этого устьица ихъ погружены такъ сказать въ эпидермисъ. — Возьмемъ для изслѣдованія *Aloë nigricans*, видъ весьма распространенный въ оранжереяхъ, съ язычкообразными двурядными листьями; листья его представляютъ объектъ весьма поучи-

тельный и препарируются сравнительно легко. — Эпидермисъ верхней и нижней стороны листа состоитъ изъ правильныхъ многоугольныхъ (большею частью шестиугольныхъ) клѣтокъ. Полость этихъ клѣтокъ представляется въ видѣ сравнительно небольшого округлаго пространства; она кажется черной потому, что клѣтки, будучи вскрыты бритвой, наполняются воздухомъ. Устьяца встрѣчаются какъ на верхней, такъ и на нижней поверхности листьевъ и помѣщены въ небольшихъ углубленіяхъ. Углубленія ограничены всегда четырьмя клѣтками, имѣютъ четырехугольное очертаніе и кромѣ того окружены нѣсколько выдающейся рамкой. — Для того чтобы видѣть замыкающія клѣтки, слѣдуетъ помѣстить разрѣзъ на предметное стекло внутренней его поверхностью вверхъ. Замыкающія клѣтки сравнительно широки и коротки; въ ихъ содержимомъ замѣтны шарообразныя капельки масла, сильно преломляющія свѣтъ. — Въ виду того, что эпидермисъ этихъ листьевъ весьма плотенъ, мы станемъ готовить поперечные разрѣзы, помѣщая ихъ между двухъ кусковъ пробки; при этомъ мы не будемъ употреблять цѣльный листъ, а срѣжемъ съ поверхности его полоску ткани толщиной въ 1 *mm*.

Такъ какъ устьяца расположены параллельно длинной оси листа, то нашу полоску ткани мы должны помѣстить такимъ образомъ, чтобы разрѣзы направлялись перпендикулярно къ этой оси. Рѣзать ткань слѣдуетъ, начиная съ мягкихъ ея участковъ. — На такихъ разрѣзахъ прежде всего бросается въ глаза сильное утолщеніе эпидермальныхъ клѣтокъ (фиг. 28); утолщены преимущественно наружныя половинки клѣтокъ, вслѣдствіе чего и полость клѣтокъ постепенно суживается внаружи. — Утолщенные стѣнки — бѣлаго цвѣта, сильно преломляютъ свѣтъ и покрыты еще сильнѣе преломляющей свѣтъ, но не рѣзко отграниченной кутикулой. — Боковыя границы между клѣтками обозначены лишь нѣжными линиями, проходящими



Фиг. 28. Поперечный разрѣзъ эпидермиса и устьяца *Aloë nigricans*. i — внутренний слой утолщенія. Увел. 240.

въ утолщенной массѣ; снаружи онѣ замѣтны по небольшимъ вздутіямъ. — Внутренняя сторона сильно преломляющаго свѣтъ слоя утолщенія покрыта сравнительно тонкимъ слоемъ слабѣе

преломляющимъ свѣтъ (*i*); этотъ слой выстилаетъ такимъ образомъ суженную часть полости клѣтки и, постепенно выклиниваясь, исчезаетъ на боковыхъ стѣнкахъ, вмѣстѣ съ сильно преломляющимъ свѣтъ слоемъ. — Вся эта утолщенная часть эпидермиса имѣетъ видъ занавѣски съ правильными зубьями. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ лежитъ углубленіе, на днѣ котораго помѣщается устье, мы замѣчаемъ прежде всего выступъ, окружающій углубленіе въ видѣ рамы; далѣе мы видимъ, что зубецъ, образованъ слоями утолщенія, съ одной стороны какъ-бы перерѣзанъ пополамъ и имѣетъ здѣсь только половинную высоту. — Замыкающія клѣтки несутъ на сторонѣ, обращенной къ щели, сверху и снизу небольшой полоскообразный выступъ, имѣющій на разрѣзѣ форму клюва. Надъ замыкающими клѣтками находятся утонченные мѣста оболочки, играющія роль кожныхъ суставовъ. Дыхательная полость узкая и глубокая. — Часто на утолщенныхъ стѣнкахъ эпидермальныхъ клѣтокъ можно замѣтить параллельную, болѣе или менѣе косо проходящую полосатость; полосатость эта образуется при рѣзаніи бритвой и является нерѣдко въ томъ-же видѣ на твердыхъ и эластическихъ объектахъ.

На разрѣзахъ, подвергнутыхъ дѣйствію хлор-цинк-іода, слой утолщенія, сильно преломляющій свѣтъ, принимаетъ желтобурую окраску и, слѣдовательно, кутинизированъ; самый внутренний его участокъ (*i*) окрашивается напротивъ того, въ фіолетовый цвѣтъ и въ такой-же цвѣтъ окрашиваются всѣ остальные ткани листа. — Желтобурая окраска распространяется по шарниру на выступы, сидящіе на замыкающихъ клѣткахъ; другія стѣнки замыкающихъ клѣтокъ получаютъ фіолетовое окрашиваніе. При обработкѣ концентрированной сѣрной кислотой сохраняются въ первый моментъ дѣйствія всѣ части, принимающія отъ хлор-цинк-іода желтобурую окраску; послѣ нѣсколькихъ часовъ дѣйствія реактива онѣ также растворяются, и остается лишь нѣжная кутикла и тонкія срединныя пластинки, лежащія между эпидермальными клѣтками. Кутикла покрываетъ замыкающія клѣтки и продолжается до внутренней хлорофиллоносной ткани. — Кутиккулярные слои и кутикла принимаютъ отъ сѣрной кислоты бурый цвѣтъ. Масло, находящееся въ замыкающихъ клѣткахъ, принимаетъ подъ вліяніемъ кислоты форму шара, сильно преломляющаго свѣтъ, который послѣ нѣкотораго времени исчезаетъ.

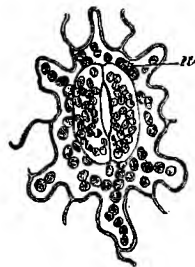
Въ способъ распредѣленія устьицъ на эпидермисѣ встрѣчаются разнообразныя модификаціи. Весьма любопытенъ тотъ случай, гдѣ устье окружено одной кольцеобразной эпидермальной клѣткой; наблюдать его можно у папоротника *Aneimia fraginifolia*, культивируемаго во всякомъ ботаническомъ саду. Клѣтки эпидермиса имѣютъ здѣсь волнистое очертаніе (фиг. 29), вслѣдствіе чего, какъ и у многихъ другихъ растений, увеличи-

вается прочность ихъ взаимнаго соединенія.— Подобно другимъ папоротникамъ *Aneimia* содержитъ въ клѣткахъ эпидермиса хлорофилловыя зерна и потому здѣсь мы не встрѣчаемъ такого раздѣленія физиологическаго труда, какъ у большинства цвѣтковыхъ растений: эпидермисъ здѣсь принадлежитъ также къ ассимиляціонной ткани.— Устьице заключено въ окружающую его эпидермальную клѣтку, какъ въ рамку. Поперечные разрѣзы (пересекающіе боковые нервы подъ прямымъ угломъ) показываютъ, что устьице выдается нѣсколько надъ поверхностью эпидермиса.— Этотъ крайній случай связанъ цѣлымъ рядомъ переходныхъ формъ съ другими менѣе рѣзкими; въ самомъ дѣлѣ, достаточно представить себѣ, что устьице сдвинуто къ одной изъ боковыхъ стѣнокъ эпидермальной клѣтки для того, чтобы положеніе устьица не представляло ничего необычайнаго.

Своеобразный примѣръ представляетъ намъ *Nerium Oleander*. Съ перваго взгляда мы не находимъ устьицъ ни на верхней, ни на нижней сторонѣ листа. Та и другая покрыты сравнительно мелко-клѣтчатимъ эпидермисомъ, который на нижней сторонѣ усаженъ короткими, одноклѣтными и утолщенными почти до исчезновенія полости волосками. На нижней сторонѣ листа мы замѣчаемъ кромѣ того различной величины углубленія, наполненные воздухомъ, и края которыхъ усажены также короткими волосками, подобными только что упомянутымъ, но слабѣе утолщенными.

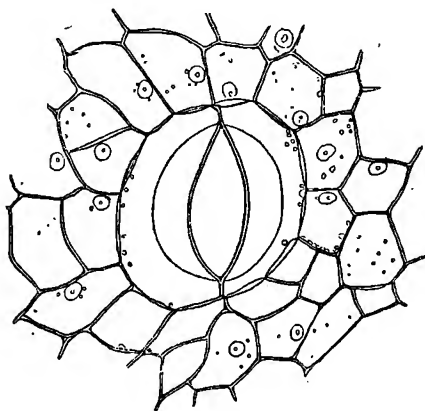
Эти волоски закрываютъ ямку снаружи.— Второй плоскостной разрѣзъ, сдѣланный на томъ же мѣстѣ нижней стороны листа, съ котораго уже раньше былъ срѣзанъ эпидермисъ, позволяетъ намъ рассмотреть дно ямки. При этомъ необходимо удалить предварительно воздухъ, или при помощи воздушнаго насоса, или погружая разрѣзъ въ алкоголь. Тогда на стѣнкахъ ямки мы увидимъ конусовидныя возвышенія, верхушки которыхъ заняты устьицами. — Боковыя стѣнки маленькихъ конусовъ состоятъ изъ эпидермальныхъ клѣтокъ, между которыми лежитъ дыхательная полость, достигающая до устьица. Между конусами, несущими устьица, на стѣнкахъ ямки сидятъ такіе-же волоски, какіе мы видѣли на ея краю.

Теперь познакомимся на весьма удобномъ объектѣ съ водяными устьицами или щелями. Они имѣютъ такое-же строеніе, какъ и воздушныя устьица, названные нами для краткости просто — устьицами; эти только нѣсколько крупнѣе, и ихъ щель вмѣстѣ съ соседнимъ межклѣточнымъ пространствомъ (дыхательною полостью) бываетъ на-



Фиг. 29. *Aneimia fraxinifolia*. Устьице, окруженное эпидермальной клѣткой. п—ядро эпидермальной клѣтки. Увел. 240.

полнена покрайней мѣрѣ втеченіи нѣкотораго времени водою. Ихъ замыкающія клѣтки, неподвижныя вѣроятно и въ началѣ ихъ образованія, скоро отмираютъ и теряютъ навсегда свою подвижность. Удобнымъ объектомъ для изученія этихъ образований является *Tropaneolum majus*. Водяныя щели сидятъ на верхней поверхности листа, надъ окончаніями главныхъ нервовъ. — Въ томъ мѣстѣ, гдѣ находится водяная щель, край листа представляетъ небольшое углубленіе. — Водяныя щели можно видѣть отчасти, положивъ прямо кусочекъ листа въ каплю воды подъ покровную пластинку; подробности строенія слѣдуетъ изучать на плоскостныхъ разрѣзахъ черезъ соответствующее мѣсто листового края. — Въ этомъ случаѣ водяное устье представляется въ такомъ видѣ, какъ изображено на фиг. 30; содержимое клѣтокъ редуцировано здѣсь до крайняго предѣла. — Водяныя щели встрѣчаются постоянно въ



Фиг. 30. Водяная щель на краю листа *Tropaneolum majus*, съ соседними эпидермальными клѣтками. Увел. 240.

большомъ числѣ неподалеку другъ отъ друга.

Примѣчаніе къ VI-му упражненію.

¹⁾ Strasburger, Jahrb. f. wiss. Bot. V. p. 297; de Bary, Vergl. Anat. p. 32 и слѣд., 70 и слѣд.; Schwendener, Monatsber. d. kgl. Akad. d. Wiss. in Berlin 1881 p. 833. Въ первыхъ двухъ сочиненіяхъ осталась лите. ратура.

²⁾ Westermaier, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XIV p. 43.

VII. Упражнение.

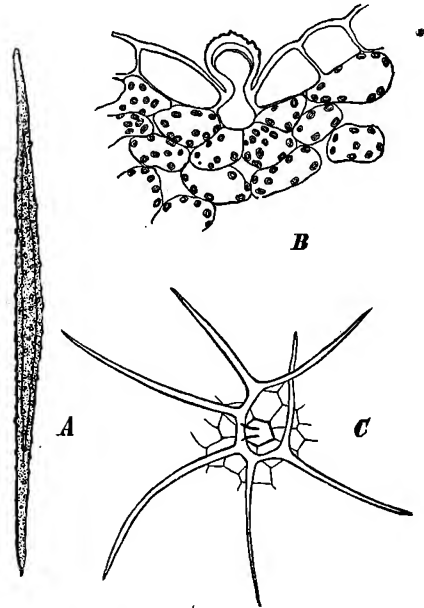
Эпидермисъ, волоски. Слизъ и воскъ.

Мы познакомились уже съ корневыми волосками *Hydrocharis morsus galae* и въ виду того, что корневые волоски всѣхъ другихъ растений представляютъ подобные же одноклѣтныя мѣшечки, — дальнѣйшее изслѣдованіе этихъ образований мы можемъ оставить въ сторонѣ. — Мы видѣли также конусовидные

сосочки, образуемые эпидермальными клетками различных лепестковъ (*Tropeolum*, *Rosa*); наблюдали тычиночные волоски *Tradesantia*, состоящие изъ одного ряда боченкообразной формы клетокъ. — Наконецъ, мы ознакомились и съ волосками *Cuscuta*, представляющими простыя, постепенно заостряющіяся нити на многоклетчатомъ основаніи.

Такимъ образомъ на этихъ нѣсколькихъ примѣрахъ мы имѣли случай познакомиться вообще съ волосками растений, и теперь будетъ полезно пополнить наши свѣдѣнія въ этомъ отношеніи.

Весьма разнообразны формы одноклетчныхъ, вѣтвистыхъ волосковъ мы встрѣчаемъ на листьяхъ и стебляхъ представителей сем. крестоцвѣтныхъ (*Cruciferae*). На листьяхъ и стеблѣ *Cheiranthus Cheiri* сидятъ копьевидныя образования, съ узкою полостью, постепенно исчезающей къ обоимъ концамъ (фиг. 31, А); наружная ихъ поверхность покрыта бугорками двоякаго рода: болѣе крупными въ меньшемъ числѣ и мелкими, весьма многочисленными. Въ виду того, что образования эти расположены параллельно длинной оси листа, весьма не трудно получить хорошій поперечный ихъ разрѣзъ; такъ какъ впрочемъ для насъ важно, чтобы разрѣзъ прошелъ черезъ середину мѣста прикрѣпленія волоска, то, для увеличенія шансовъ успѣха, слѣдуетъ приготовить сразу много препаратовъ. На удачномъ препаратѣ мы замѣтимъ, что мѣсто прикрѣпленія волоска лежитъ въ углубленіи (фиг. 31, В), что эпидермальная клетка, разрастающаяся въ волосокъ, нѣсколько уже сосѣднихъ, и что ея нижняя округленная и нѣсколько вздутая часть проникаетъ глубже въ окружающую ткань; эта часть образуетъ «ножку» волоска; продольные разрѣзы листа показываютъ, что ножка имѣетъ одинаковую ширину какъ въ продольномъ, такъ и въ поперечномъ направленіи; въ тоже время они убѣждаютъ насъ въ томъ, что полость ножки переходитъ

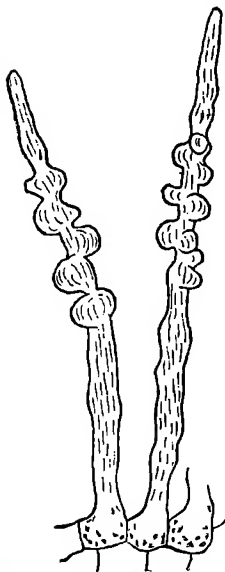


Фиг. 31. А и В — съ нижней стороны листа *Cheiranthus Cheiri*: А — волосокъ сверху, увел. 90. В — въ разрѣзѣ, увел. 240. С — съ нижней поверхности листа *Matthiola annua*. Волосокъ сверху. Увел. 90.

прямо въ полость тѣла волоска. — Вполнѣ точное представленіе о формѣ ножки можно составить себѣ, разсматривая снизу тонкіе плоскостные разрывы. Ножка въ поперечномъ разрывѣ имѣетъ круглую форму; на этихъ же разрывахъ легко убѣдиться, что хлорофиллоносныя кѣтки листовой ткани примыкаютъ радіально, безъ всякихъ промежутковъ, къ нижней нѣскольکو вздутой части ножки.

Волоски, сидящіе на листьяхъ и стеблѣхъ *Matthiola annua*, представляются многократно развѣтвленными въ одной плоскости. Волоски эти сидятъ, въ особенности на нижней сторонѣ листьевъ, такъ густо, что вѣтви ихъ переплетаются между собою. Полость тѣла волоска почти незамѣтна, благодаря сильному утолщенію стѣнокъ. Бугорки на поверхности очень слабо развиты. Весьма поучителенъ видъ эпидермиса снизу: нижняя часть ножки значительно расширена, и вокругъ нея располагаются радіально и очень красиво хлорофиллоносныя кѣтки.

Вполнѣ своеобразную форму имѣютъ длинныя однокѣтныя волоски (фиг. 32), сидящіе въ желобкѣ шпорцевиднаго лепестка *Viola tricolor*. Они видны хорошо на поперечномъ разрывѣ нижняго лепестка, сдѣланномъ въ томъ его мѣстѣ, гдѣ начинается желобокъ. Эпидермальные кѣтки вырастаютъ въ волоски почти во всю свою ширину. Волосокъ покрытъ неправильными, суковатыми выростками; его кутикула имѣетъ продольныя выдающіяся полоски. Кѣточный сокъ безцвѣтенъ, но въ стѣнкоположной протоплазмѣ часто встрѣчаются желтыя окрашенные тѣла.



Фиг. 32. Волоски изъ желобка нижняго лепестка *Viola tricolor*.
Увел. 240.

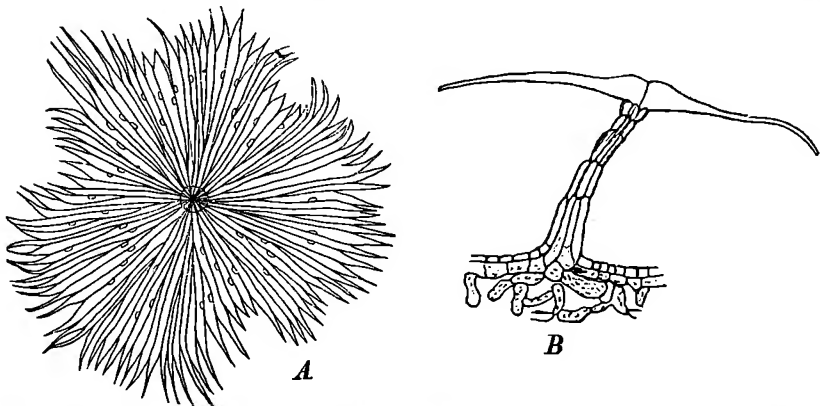
Тычиночныя нити въ цвѣткахъ *Verbascum nigrum* покрыты однокѣтными фиолетовыми волосками. Для изслѣдованія отдѣляютъ нить отъ пыльника и помощью иголокъ расщепляютъ ее на части въ каплѣ воды на предметномъ стеклѣ. — Волоски очень длинны, булавовидно вздуты на концахъ и содержатъ фиолетовый кѣточный сокъ. Поверхность волосковъ покрыта удлиненными бугорками, расположенными въ видѣ болѣе или менѣе правильныхъ спиралей.

У того-же растенія мы находимъ вѣтвистыя многокѣточные волоски на нижней сторонѣ и на краяхъ лепестковъ. — Разсматриваемые сверху, волоски эти представляютъ нѣкоторое сходство съ волосками *Matthiola*, съ тою однако разницею, что

нось вѣтви здѣсь выходятъ изъ одного общаго основанія и каждая вѣтвь представляетъ отдѣльную клѣтку; кромѣ того, вѣтви не располагаются въ одной плоскости, а приподнимаются подъ различными углами. Стѣнки ихъ утолщены такъ-же сильно, какъ и у *Matthiola*; наружныхъ отростковъ нѣтъ. Волоски, сидящіе на краяхъ лепестковъ, видны въ профиль; тѣло волоска отдѣлено перегородкою отъ образовавшей его эпидермальной клѣтки; оно состоитъ изъ ствола, почти всегда одноклѣтнаго, и сидящихъ на немъ вѣтвей. Иногда встрѣчаются нѣкоторыя незначительныя уклоненія въ строеніи этихъ волосковъ, но они едва-ли нуждаются въ объясненіяхъ. Кромѣ этихъ вѣтвистыхъ волосковъ на краю лепестковъ попадаются еще маленькіе железистые волоски; они состоятъ изъ двухъ- или трехклѣтнаго стволика и плоской головкы, которая на верхушкѣ покрыта нѣрѣдко сильно преломляющимъ свѣтъ веществомъ. Мы познакомимся съ этимъ веществомъ на другомъ, болѣе подходящемъ для этого объектѣ.

Если мы представимъ себѣ, что нѣсколько многоклѣтныхъ вѣтвистыхъ волосковъ *Verbascum nigrum* положены другъ на друга — то получимъ волоски, покрывающіе, въ видѣ войлока, листья *Verbascum thapsiforme*.—Встрѣчаются волоски, состоящіе изъ пяти этажей, и каждый этажъ отдѣленъ отъ сосѣдняго одноклѣтнымъ членикомъ, представляющимъ собою продолженіе главной оси волоска. — Клѣтки этихъ волосковъ по большей части содержатъ воздухъ.—Лучше всего въ данномъ случаѣ дѣлать поперечные разрѣзы срединнаго нерва листа.

Къ той-же категоріи, къ которой принадлежатъ вѣтвистые волоски лепестковъ *Verbascum*, относятся также чешуйки *Shepherdia canadensis*.—На нижней сторонѣ листа мы находимъ здѣсь звѣздочки, которые можно различать уже въ лупу; однѣ изъ нихъ бѣлыя, рыхлаго строенія, другія — бурія, болѣе плотныя (фиг. 33, А). На



Фиг. 33. Чешуйки нижней поверхности листа *Shepherdia canadensis*, А—съ поверхности В—въ поперечномъ разрѣзѣ. Увел. 240.

верхней поверхности листа встрѣчаются только бѣлыя звѣздочки и въ меньшемъ количествѣ. — Клѣтки бѣлыхъ рыхлыхъ звѣздочекъ содержатъ только воздухъ и сидятъ на одномъ общемъ основаніи, отдѣляясь по бокамъ другъ отъ друга. — На верхней сторонѣ листа клѣтки волоска не лежатъ въ одной плоскости, а расходятся лучеобразно во все стороны. — Клѣтки бурыхъ волосковъ, напротивъ, наполнены жизнедѣятельнымъ содержимымъ и соединены другъ съ другомъ почти до самаго края; весьма нетрудно доказать присутствіе въ нихъ ядеръ. — Поперечный разрѣзъ такого волоска показываетъ, что стволѣкъ его состоитъ изъ многихъ клѣтокъ и что въ образованіи этого стволѣка принимаютъ участіе не только эпидермальные клѣтки, но и клѣтки слѣдующаго за эпидермисомъ слоя ткани. Стволѣкъ несетъ на верхушкѣ звѣздчатую, однослойную, но многоклѣтчатую пластинку.

Если мы не имѣемъ подъ рукою *Shepherdia canadensis*, то ее въ нѣкоторой степени можетъ замѣнить *Eleagnus angustifolia*; у него на верхней сторонѣ листа встрѣчаются лишь бѣлыя, наполненные воздухомъ, чешуйки; головка состоитъ изъ изолированныхъ или почти до самаго края сросшихся клѣтокъ.

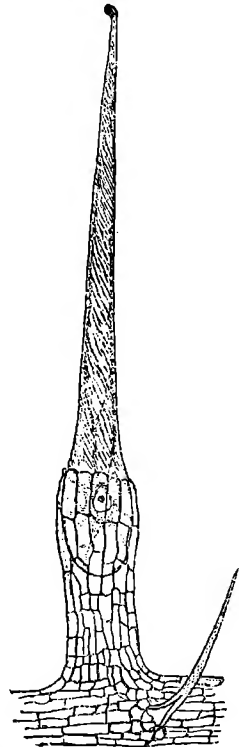
Сдѣлаемъ теперь продольный разрѣзъ стебля розы, напримеръ *Rosa sempervirens* нашихъ садовъ, въ томъ мѣстѣ, гдѣ на немъ сидитъ шипъ. Постараемся разрѣзать шипъ пополамъ и затѣмъ приготовимъ тонкій микроскопическій разрѣзъ; послѣдніе здѣсь не особенно легко. При рѣзаніи поверхность разрѣза должна быть смачиваема водою. — На удачномъ препаратѣ мы легко убѣждаемся, что эпидермисъ стебля продолжается и покрываетъ собою поверхность шипа; его клѣтки здѣсь сильнѣе утолщены и вытянуты въ длину. Подъ эпидермисомъ шипа расположены узкія, достаточно сильно утолщенные клѣтки, и дальше такія же клѣтки съ болѣе широкимъ діаметромъ; послѣднія образуютъ всю срединную часть шипа. Все эти клѣтки снабжены тонкими порами. Эпидермисъ стебля отдѣленъ отъ внутренней хлорофиллоносной ткани болѣе или менѣе толстымъ слоемъ удлиненныхъ, довольно сильно утолщенныхъ клѣтокъ, съ косыми поперечными перегородками, не содержащихъ хлорофилла. Эти лишенные хлорофилла клѣтки имѣютъ одинаковое происхожденіе съ клѣтками, образующими внутреннюю ткань шипа. Элементы ткани шипа отдѣляются отъ хлорофиллоносной ткани стебля полоскою, состоящею изъ плоскихъ клѣтокъ; эта полоска образуется вслѣдствіе дѣленія самаго нижняго слоя ткани шипа, сопровождающаго на нѣкоторомъ протяженіи хлорофиллоносную ткань стебля и заворачивается затѣмъ къ эпидермису для того, чтобы отграничить съ боковъ края шипа отъ хлорофиллоносной ткани стебля. Это — пробковый слой, на наружной поверхности котораго, при посредствѣ отдѣлительнаго слоя, происходитъ на ста-

рыхъ стебляхъ отдѣленіе шиповъ. Уже раньше удастся отдѣлять шипъ отъ стебля вдоль внутренней поверхности пробкового слоя.

Если для изслѣдованія мы возьмемъ шипъ съ поверхности листового черешка, то найдемъ, что онъ имѣетъ такое-же строеніе, какъ и шипы стеблей съ тою разницею, что у его основанія нѣтъ пробкового слоя. При разсматриваніи коровой ткани розы, прилегающей къ шипу, нельзя не замѣтить присутствія въ клѣткахъ кристалловъ. Это также кристаллы щавелево-кислой извести, такъ какъ они не растворимы ни въ уксусной кислотѣ, ни въ ѣдкомъ кали, а напротивъ того, растворяются въ соляной кислотѣ безъ образованія пузырьковъ газа; они или имѣютъ форму моноклиническихъ призмъ, или встрѣчаются въ видѣ друзъ; послѣднія состоятъ изъ большаго числа кристалловъ, сидящихъ на одномъ первичномъ кристаллѣ. Такія друзы особенно характерны, благодаря ихъ величинѣ и звѣздчатому виду.

Для того, чтобы получить неповрежденными жгучіе волоски двудомной крапивы (*Urtica dioica*), мы должны брать ихъ съ молодыхъ частей растенія, лучше всего съ поверхности нервовъ молодыхъ и здоровыхъ листьевъ. Такой волосокъ, замѣтный простымъ глазомъ, отдѣляютъ, при помощи бритвы, у его основанія и изслѣдуютъ въ водѣ. Если волосокъ былъ уже мертвъ, то внутри его мы найдемъ воздухъ, и верхушка его повреждена. Неповрежденный волосокъ представляется въ такомъ видѣ, какъ онъ изображенъ на фигурѣ 34-й.

Волосокъ состоитъ изъ одной заостренной клѣтки, образующей на верхушкѣ маленькую пуговку. У основанія волосокъ утолщенъ колбообразно, и эта утолщенная часть погружена въ бокаль, образуемый тканью листа. Исторія развитія показываетъ, что такой волосокъ образуется изъ одной эпидермальной клѣтки, лежащей на одинаковой высотѣ съ другими сосѣдними, и только въ послѣдствіи сильно утолщающаяся ножка волоска приподнимается вверхъ участкомъ подкожной ткани, покрытой эпидермисомъ. Въ волоскѣ можно наблюдать



Фиг. 34. Жгучій волосокъ *Urtica dioica* вмѣстѣ съ кускомъ эпидермиса, на которомъ сидитъ маленькая щетинка.

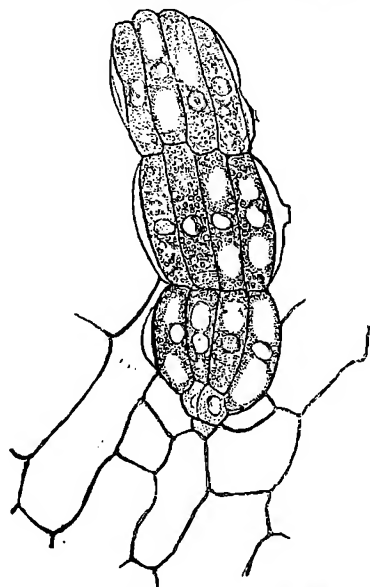
движеніе протоплазмы; ядро помѣщается въ нижней расширенной части волоска и подвѣшено на протоплазматическихъ нитяхъ. Кутикула имѣетъ козо направленные полоски, восходящія по всѣхъ волоскахъ въ одномъ и томъ-же направленіи. Стѣнки волоска проникнуты кремнеземомъ, въ чемъ легко убѣдиться, пережигая волосокъ на слюдяной пластинкѣ.

Было упомянуто выше, что весьма часто встрѣчаются волоски съ отломанной верхушкой. При неосторожномъ прикосновеніи, верхушка волоска проникаетъ въ кожу и, благодаря своей хрупкости, отламывается, причемъ очень кпелый сокъ изливается въ ранку и производитъ легкое воспаленіе. Подлѣ жгучихъ волосковъ на эпидермисѣ сидятъ маленькія одноклѣтныя щетинки (ср. фиг. 34-ю); онѣ отличаются сильно утолщенными стѣнками и заостренной верхушкой. Такія же щетинки мы находимъ на краяхъ листа и для ихъ изслѣдованія достаточно положить кусокъ листа въ каплю воды подѣ покровное стеклышко. На старыхъ листьяхъ щетинки утолщены почти до полного исчезновенія полости; ихъ поверхность покрыта маленькими бугорками.

Мы встрѣчали уже железистые волоски на краяхъ лепестковъ у *Verbascum nigrum*; теперь постараемся изучить ихъ подробнѣе у *Primula sinensis*. Для этой цѣли сдѣлаемъ поперечный разрѣзъ листового черешка. Тѣло волоска отдѣляется отъ эпидермальной клѣтки, служащей ему ножкою, посредствомъ перегородки, лежащей выше эпидермиса; оно представляетъ клѣтчатую нить, состоящую большою частью изъ двухъ (иногда изъ большаго числа) длинныхъ и въ то-же время широкихъ клѣтокъ и одной (рѣдко двухъ) болѣе узкой и болѣе короткой клѣтки. — Послѣдняя несетъ шарообразную головку, покрытую колпачкомъ изъ смолистаго, желтоватаго, сильно преломляющаго свѣтъ вещества, имѣющимъ болѣе или менѣе значительную толщину. Выдѣленіе этого вещества происходитъ между кутикулой и остальной клѣточной оболочкой; кутикула при этомъ приподнимается, растягивается и въ концѣ концовъ разрывается, а накопившееся вещество распространяется по всей верхней части волоска. При прибавленіи алкоголя, выдѣлившееся вещество исчезаетъ и растянутая кутикула, образующая теперь складки, становится видной вполне ясно. — Клѣтки волоска содержатъ прекрасную сѣть протоплазмы и подвѣшенное на протоплазматическихъ нитяхъ ядро съ крупнымъ ядрышкомъ. Въ стѣнкоположномъ слое протоплазмы погружены маленькія хлорофилловыя зерна.

Весьма красивыя образованія встрѣчаются на кожистыхъ прибавкахъ (*ochreae*) влагалищъ листьевъ *Rumex Patientia*; онѣ получили названіе «коллетеръ» и доставляютъ такое зна-

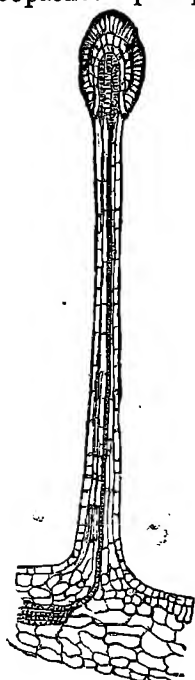
чительное количество выдѣленія, что въ сырую погоду верхушки стеблей и молодыхъ листьевъ покрыты слизью. — Для изслѣдованія можно брать прямо эти кожистыя прибавки, слѣдуетъ только имѣть въ виду, чтобы внутреннія ихъ стороны была въ препаратѣ обращена вверхъ. При разсматриваніи такихъ препаратовъ, коллетеры представляются листочками (фиг. 35); онѣ сидятъ при посредствѣ одноклѣтной, короткой ножки на маленькой эпидермальной клѣткѣ; за одноклѣтной ножкой слѣдуетъ двѣ клѣтки, за ними нѣсколько, этажей удлинненныхъ клѣтокъ; въ каждомъ этажѣ находимъ четыре такія клѣтки. На стѣнкахъ этихъ клѣтокъ, обращенныхъ кнаружи, замѣчаются нерѣдко пузыревидныя вздутія, занимающія или только небольшой участокъ или всю стѣнку такой клѣтки. И здѣсь также слизь образуется между кутикулой и остальной клѣточной стѣнкой и приподнимаетъ кутикулу; пузырь въ концѣ концовъ лопається и слизь выдѣляется наружу. — Слизь эта не окрашивается ни отъ раствора іода, ни отъ хлорцинк-іода; въ водѣ, разбухая, она переходитъ въ растворъ и вообще въ этомъ отношеніи похожа на гуммиобразное вещество. — Клѣтки коллетеры богаты протопласмой и содержатъ явственные ядра. — Съ розанилинофолетомъ коллетеры принимаютъ интенсивную фіолетовую окраску, слизь при этомъ становится блѣднокрасной; водный нигрозинъ окрашиваетъ слизь въ голубой цвѣтъ стали, не окрашивая вовсе самихъ коллетеръ.



Фиг. 35. Коллетера съ поверхности кожистаго придатка (ochrea) *Rumex patientia*. Увел. 240.

Чрезвычайно интересны по своему строенію железистые волоски *Drosera rotundifolia*, получившіе названіе переваривающихъ железокъ или щупальцевъ. Они сидятъ въ видѣ нитевидныхъ образований на краяхъ и на всей верхней сторонѣ листа. Нить вначалѣ суживается постепенно и затѣмъ на верхушкѣ утолщается яйцеобразно; она состоитъ изъ нѣжныхъ клѣтокъ, вытянутыхъ въ продольномъ направленіи; въ болѣе крупныхъ нитяхъ можно замѣтить по срединѣ одну или нѣсколько спирально утолщенныхъ трубокъ; это такъ называемые спиральные сосуды, проходящіе вдоль всей нити. — Радиальное

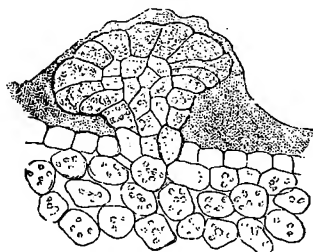
растяжение клеток эпидермиса для образования головки, снопообразное распределение этих клеток и их дифференцировка на три слоя — виды лучше всего на оптическом разрыве объекта (фиг. 36).



Фиг. 36. Переваривающая железа *Drosera rotundifolia*. Увел. 60.

Число спирально-утолщенных клеток в головке волоска увеличивается; все клетки, лежащие внутри покрова, образовавшегося вследствие деления эпидермальных клеток, утолщаются спирально. — Удачный разрыв места прикрепления волоска показывает, что не только эпидермис, но и внутренняя ткань листа переходят в волосок. — Эти переваривающие железы вырабатывают слизистое выделение, которое остается на головке, подобно капельке росы; оно образуется не под кутикулой, а скорее выступает прямо на ее свободной поверхности. — К таким капелькам слизи пристають маленькия насекомыя, окутываются слизью, задыхаются и, благодаря соотвѣтственнымъ изгибамъ железокъ, переносятся на средину листовой пластинки. Вслѣдъ за тѣмъ и остальные железы изгибаются къ насекомому и прикасаются къ нему своими головками. Въ это время измѣняются химическія свойства выделения: въ немъ появляется свободная кислота и нѣкоторый, подобный пепсину, ферментъ, подъ дѣйствіемъ которыхъ бѣлковыя вещества, входящія въ составъ тѣла насекомага, медленно перевариваются. Растворенныя вещества поступаютъ внутрь растенія.

Поперечный разрывъ черезъ зимнюю почку конскаго каштана (*Aesculus Hippocastanum*) показываетъ намъ пуговкообразныя железы, покрывающія чешуйки почки (фиг. 37). Срединныя чешуйки почки покрыты железами съ обѣихъ сторонъ; на чешуйкахъ, лежащихъ ближе кънаружи почки — железокъ больше на внутренней сторонѣ; на чешуйкахъ внутреннихъ — ихъ больше на внешней сторонѣ.



Фиг. 37. Железа на покровной чешуйке зимней почки *Aesculus Hippocastanum*, окруженная выделениемъ. Увел. 240.

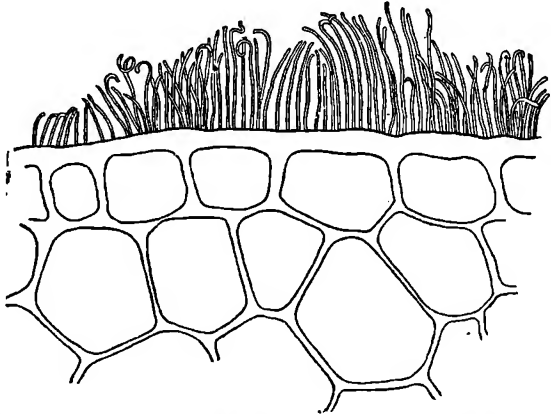
Строение железокъ явствуетъ изъ рисунка; они состоятъ изъ срединнаго ряда клетокъ, которые дѣлятся по направлению къ верхушкѣ, и отъ которыхъ лучеобразно расходятся выдѣляющія клетки. Рисунокъ представ-

лняет железку въ продольномъ разрывѣ; образующееся выдѣленіе разрываетъ кутикулу и распространяется между покровными чешуйками, покрывая и склеивая ихъ. Это выдѣленіе состоитъ изъ смѣси гумми и смолы; въ водѣ капельки гумми, распредѣленные въ смолѣ, разбухаютъ, при дѣйствіи же розанилинолѣта смола принимаетъ прекрасную голубую окраску; содержимое железокъ и здѣсь становится краснымъ.

Уже раньше, у *Iris florentina* мы обратили наше вниманіе на мелко-зернистый восковый налетъ, покрывающій наружную поверхность эпидермиса. Изслѣдуемъ теперь нѣкоторыя другія растенія въ этомъ отношеніи.

Весьма удобной для этого изслѣдованія является *Echeveria globosa*, разводимая въ нашихъ садахъ для устройства ковровъ. Восковой налетъ придаетъ этому растенію заиндѣвѣлый видъ и сизоватый оттѣнокъ; почему и даютъ ему названіе *glaucus*. Налетъ этотъ легко стирается съ листа. Рассматриваемый сверху, эпидермисъ представляетъ намъ зернышки, слившіяся въ сѣтчато-образную глазурь.

На эпидермисѣ *Eucalyptus globulus* мы находимъ восковой налетъ, состоящій изъ скупенныхъ короткихъ палочекъ; но самый прекрасный объектъ представляетъ намъ сахарный тростникъ (*Saccharum officinarum*), столь часто разводимый теперь въ оранжереяхъ. Здѣсь восковой налетъ представляется намъ въ видѣ длинныхъ палочекъ, которыя на концахъ загибаются крючкообразно. Слѣдуетъ приготовить поверхностные разрывы изъ стеблевыхъ узловъ, отличающихся своимъ сизоватымъ отликомъ. Въ виду того, что между палочками удерживается много воздуха, разрывъ погружаютъ на короткое время въ холодный алкоголь; послѣ этого изслѣдовать разрывъ весьма легко. Напротивъ того, весьма затруднительно получить хорошій поперечный разрывъ, на которомъ сохранились бы палочки. Рисунокъ 38-й представляетъ намъ подобный разрывъ. Палочки сто-



Фиг. 38. Поперечный разрывъ стеблевого узла *Saccharum officinarum*, съ палочковиднымъ восковымъ покровомъ. Увел. 5.0.

ятъ тѣсно другъ подлѣ друга, представляя на концахъ упомянутые выше загибы. Если поверхностный разрѣзъ помѣстить вблизи пламени, то подлѣ микроскопомъ оказывается, что палочки спланились; въ горячемъ алкоголѣ палочки исчезаютъ.

Примѣчаніе къ VII-му упражненію,

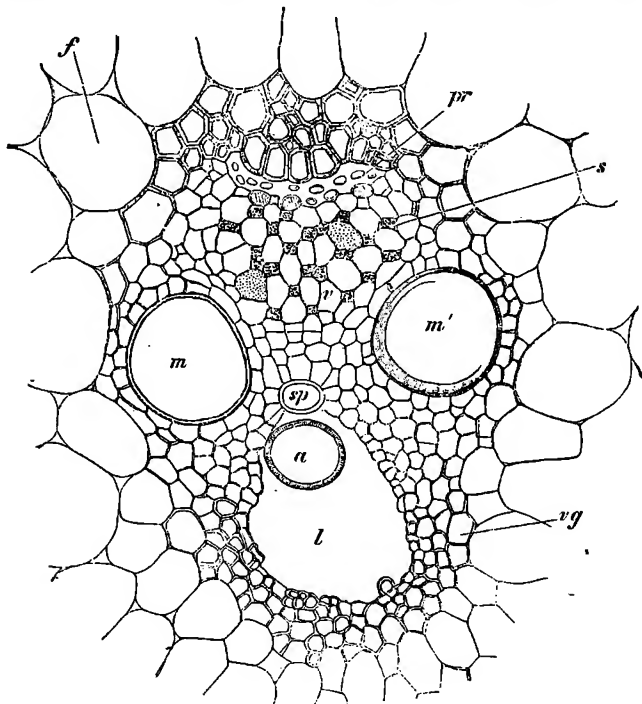
1) Сравни de Bary's Vergl. Anat. §§ 10, 13, 16 и слѣд. Тамъ также и литература.

VIII. Упражнение.

Закрытые коллатеральные сосудистые пучки.

Весьма удобный объектъ для изученія строенія коллатеральныхъ закрытыхъ сосудистыхъ пучковъ ¹⁾ однодольныхъ растений представляетъ стебель *Zea Mais*. Мы станемъ изслѣдовать матеріалъ, пролежавшій долгое время въ алкоголѣ, для того, чтобы одновременно познакомиться и съ содержимымъ клѣтокъ. Приготовимъ прежде всего поперечный разрѣзъ, при чемъ будемъ имѣть въ виду, чтобы разрѣзъ этотъ прошелъ чрезъ междоузліе, а не черезъ узелъ. Мы можемъ облегчить себѣ пониманіе нашего разрѣза, погружая его тотчасъ-же въ каплю хлор-цинк-іода; немедленно появляется окрашиваніе, и отдѣльные сосудистые пучки выступаютъ весьма рѣзко даже для простаго глаза. Помѣстивъ предметное стекло на бѣлую подкладку, мы самымъ простѣйшимъ способомъ можемъ убѣдиться въ томъ, — что сосудистые пучки разсѣяны здѣсь безъ опредѣленнаго порядка, какъ вообще свойственно однодольнымъ растеніямъ. Мы замѣчаемъ, что сосудистые пучки стоятъ гуще на периферіи стебля. Поперечный разрѣзъ каждого пучка имѣетъ овальную форму. Ткань, въ которую пучекъ погруженъ, есть основная ткань. Дифференцированія основной ткани на кору и сердцевину, при такомъ неправильномъ распредѣленіи пучковъ, не существуютъ. Теперь подлѣ микроскопомъ, при слабомъ увеличеніи, отыщемъ мѣсто разрѣза, пригодное для подробнаго изслѣдованія. Изберемъ сосудистый пучекъ, отстоящій нѣсколько дальше отъ периферіи, такъ какъ пучки, находящіеся вблизи ея, имѣютъ болѣе простое строеніе и сливаются нерѣдко другъ съ другомъ. Разъ навсегда мы должны точно опредѣлить, въ какомъ направленіи лежитъ

поверхность стебля, для того чтобы знать, какая изъ сторонъ пучка внутренняя и какая внѣшняя. Избранный нами пучекъ будетъ имѣть видъ, представленный на фигурѣ 39-й. Прежде всего намъ бросается въ глаза влагалище, окружающее пучекъ и принимающее отъ хлор-цинк-іода краснобурюю окраску (*vg*). Оно состоитъ изъ сильно утолщенныхъ и одревеснѣвшихъ склеренхиматическихъ кѣтокъ и потому принимаетъ вышеупомянутую окраску. Оно развито сильнѣе на внутреннемъ и наружномъ краю сосудистаго пучка, слабѣе—на боковыхъ его сторонахъ. Далѣе внутри пучка мы замѣчаемъ межкѣльный ходъ



Фиг. 39. Поперечный разрѣзъ сосудистаго пучка изъ внутренней части стебля *Zea Mais*. *a*—членникъ кольчататаго сосуда; *sp*—спиральный сосудъ; *m* и *m'*—точечные сосуды; *v*—рѣшетчатая трубка; *s*—сопровождающія кѣтки; *pr*—раздавленные элементы протоxиломы; *l*—межкѣльный ходъ; *vg*—влагалище.
Увел. 180.

(*l*), окруженный узкими, слабо утолщенными кѣтками, окрашивающимися однако отъ хлор-цинк-іода въ желтый цвѣтъ. — Въ этомъ межкѣльномъ ходѣ торчитъ кольцо (*a*), принадлежащее одному изъ кольчатыхъ сосудовъ, разрывающихся обыкновенно вслѣдствіе растяженія. И межкѣльный ходъ образуется также вслѣдствіе разрыва кѣтокъ. Такой способъ образованія хода мы

называемъ *лизигеннымъ*, въ отличіе отъ *шизогеннаго*, при которомъ происходитъ лишь расхожденіе элементовъ ткани. Разорванный вслѣдствіе растяженія сосудовъ вмѣстѣ съ нѣкоторыми другими, которыхъ мы иногда случайно находимъ въ межклетномъ ходѣ, представляютъ собою первичные элементы этой части пучка, элементы, образовавшіеся еще въ то время, когда соотвѣтственная часть растенія находилась въ періодѣ сильнаго роста въ длину. Подлѣ межклетнаго хода, лежатъ одинъ или нѣсколько другихъ сосудовъ, отличающихся отъ сосѣднихъ клетокъ большимъ діаметромъ своихъ полостей. Въ пучкѣ, изображенномъ на фиг. 39-й, имѣется только одинъ такой сосудъ (*sp.*) сравнительно узкаго діаметра. Сосуды эти, встрѣчающіеся одиночно или по нѣскольку, утолщены спирально, какъ легко убѣдиться на продольномъ разрѣзѣ. Далѣе справа и слѣва, отъ середины пучка мы видимъ двѣ широкія полости (*m*, *m'*). Это два сосуда съ сѣтчатымъ или пористымъ, рѣже спиральнымъ утолщеніемъ. Въ полость такихъ большихъ сосудовъ часто вдается, въ видѣ утолщенія стѣнки, кольцо или часть кольца (*n'*). Это—остатокъ поперечной перегородки, продырявленной въ видѣ диафрагмы. Нѣкоторыя изъ клетокъ, лежащія по сосѣдству съ большими сосудами, ближе къ срединѣ пучка, имѣютъ сѣтчатое утолщеніе. На противоположной сторонѣ оба большіе сосуда граничатъ непосредственно съ элементами влагалища. Стѣнки сосудовъ, и въ особенности стѣнки двухъ большихъ, окрашиваются отъ хлор-пик-іода въ желто-бурый цвѣтъ; окрашивание это интенсивнѣй на той сторонѣ, которая граничитъ съ влагалищемъ. Элементы, лежащіе между двумя сосудами, окрашены въ болѣе темный желтый цвѣтъ, чѣмъ элементы, окружающіе межклетный ходъ.

Описанную нами часть волокнисто-сосудистаго пучка называютъ *древесинною частью*, или *клеткомъ*, или *сосудистою частью*, или иначе—*гадромомъ*. Въ виду чисто практическихъ соображеній, я употребляю здѣсь старое названіе *древесинная часть*, ксileмъ. Это названіе, какъ мы видимъ на этомъ первомъ примѣрѣ, не предполагаетъ присутствія сильно утолщенныхъ элементовъ, на которыхъ основано обыкновенное представленіе о деревѣ. Необходимый и всегда существующій элементъ древесинной части — это сосудъ, а потому названіе, основанное на этомъ обстоятельствѣ, представляется съ морфологической точки зрѣнія наиболѣе раціональнымъ. Однако употребленіе названія «древесинная часть» упрощаетъ терминологию и позволяетъ обозначить соотвѣтственными именами первичныя части пучка и его вторичный приростъ, который мы разсмотримъ впослѣдствіи. Поэтому я полагаю, что для первоначальныхъ объясненій слѣдуетъ отдать предпочтеніе этой болѣе старой терминологіи, на основаніи которой были предложены различные термины, все еще не вышедшіе изъ употребленія.

Въ изучаемомъ нами примѣрѣ мы наталкиваемся. въ древесинной части, въ ксилемѣ сосудистыхъ пучковъ, на первенцовъ древесины, на элементы протоксилемы, на первичную древесину и сосуды.

Въ противоположность съ древесинною частью, мы должны употреблять названіе «лубовая часть», «флоэмъ» для обозначенія второй части сосудистаго пучка; противъ этого названія можно привести тѣже возраженія, какъ и противъ названія древесинная часть, такъ какъ даже разсматриваемый нами примѣръ показываетъ лубовую часть, лишенную того, что обыкновенно называютъ лубомъ. Въ виду того, что въ лубовой части всегда находятся рѣшетчатые сосуды, самое раціональное для нея названіе было-бы «рѣшетчатая часть»²⁾.

Съ фізіологической точки зрѣнія, лубовую часть въ противоположность гадрому называютъ лептомомъ.—Древесинная и лубовая части образуютъ вмѣстѣ сосудистый пучекъ, и такъ какъ въ данномъ случаѣ лубовая часть съ одной только стороны прилегаетъ къ древесинной, — то такой пучокъ мы называемъ коллатеральнымъ. Влагалище относятъ обыкновенно къ основной ткани, но если-бы мы пожелали включить его въ одно общее понятіе съ сосудистымъ пучкомъ, то должны были-бы говорить о волокнисто-сосудистомъ пучкѣ.—Фізіологическія основанія, подавшія поводъ различать въ сосудистомъ пучкѣ гадромъ и лептомъ, привели къ употребленію названія местомъ для цѣлаго сосудистаго пучка³⁾.

Лубовая часть изучаемаго нами сосудистаго пучка принимаетъ отъ хлор-цинк-іода большею частью явственное фіолетовое окрашиваніе; она состоитъ изъ неодревеснѣвшихъ элементовъ. Мы видимъ здѣсь клѣтки съ болѣе широкимъ и клѣтки съ болѣе узкимъ просвѣтомъ; тѣ и другія расположены правильно. Первые — это рѣшетчатые сосуды (*v*) вторые (*s*) — клѣтки, сопровождающія сосуды. — Не рѣдко на разрѣзѣ видна поперечная перегородка рѣшетчатаго сосуда, она кажется ситовидно мелко-точечной. По периферіи только что указанныхъ элементовъ мы находимъ постоянно нѣкоторое число клѣтокъ съ сильно разбухшими стѣнками и почти исчезнувшимъ просвѣтомъ (*pr*); это рѣшетчатые сосуды и сопровождающія ихъ клѣтки, образовавшіяся раньше всѣхъ другихъ и лишенные жизнедѣятельности; онѣ соответствуютъ первенцамъ древесинной части и въ отличіе отъ нихъ носятъ названіе первенцовъ лубовой части или элементовъ протокфлоэмы. Отъ хлор-цинк-іода они окрашиваются по большей части въ буроватый цвѣтъ.—Съ этими клѣтками граничатъ уже клѣтки влагалища и самыя внутреннія изъ нихъ отличаются значительною шириною полостей. Склеренхиматическія клѣтки влагалища перехо-

дять постепенно черезъ рядъ промежуточныхъ формъ въ крупноклѣтчатую паренхиматическую основную ткань (f).

Стѣнки крупныхъ клѣтокъ основной ткани въ исполнѣ развитомъ стеблѣ окрашиваются хлор-цинк-іодомъ также въ желтый цвѣтъ; только мѣстами появляется фіолетовый оттѣнокъ. — По мѣрѣ приближенія къ периферіи мы замѣчаемъ, что сосудистые пучки болѣе сжаты, что въ нихъ прежде всего исчезаетъ межклѣтчатый ходъ, а въ нѣкоторыхъ исчезаютъ также нѣкоторые элементы, главнымъ образомъ элементы луба; въ то-же время влагалице этихъ пучковъ усиливается.

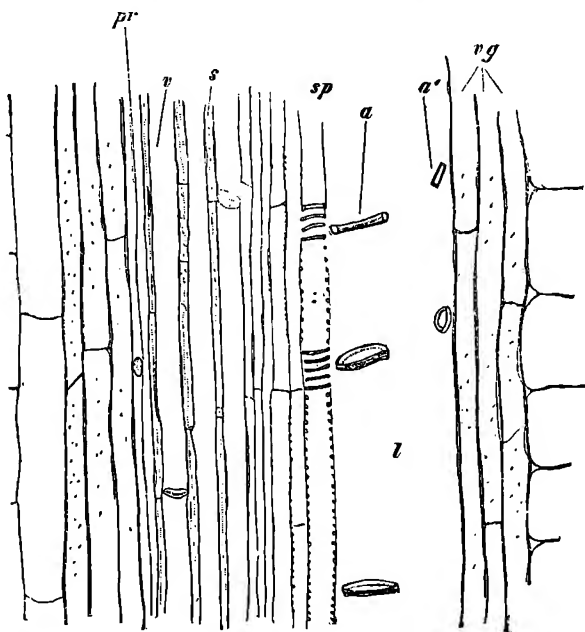
При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что влагалице остается слабымъ на двухъ сторонахъ пучка въ соствѣствѣ съ лубовой частью, вслѣдствіе чего облегчается сообщеніе съ окружающею основною тканью, необходимое для обмѣна веществъ. Въ самыхъ наружныхъ сосудистыхъ пучкахъ съ сильно редуцированной лубовой частью, погруженной почти между сосудами древесины, на внѣшней сторонѣ луба влагалице также развито гораздо слабѣе. Такимъ образомъ обезпечивается въ подобныхъ случаяхъ сообщеніе между элементами пучка и окружающей основною тканью.

На периферіи стебля весьма часто можно наблюдать боковыя слиянія мелкихъ пучковъ съ болѣе крупными; слияніе происходитъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ лежатъ большіе сосуды. Къ эпидермису стебля примыкаетъ болѣе или менѣе толстое кольцо ткани, элементы которой походятъ на клѣтки влагалица и подобно этимъ послѣднимъ реагируютъ на дѣйствіе хлор-цинк-іода. Такіе слои ткани, граничащіе съ эпидермисомъ, носятъ названіе гиподермы. Гиподерма прерывается только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ лежатъ устья. Гиподерма вмѣстѣ съ влагалицами имѣютъ задачей — служить защитою для тонкостѣнныхъ тканей и придавать прочность растительному органу, а потому получаютъ названіе стерейдовъ или элементовъ механической системы⁴⁾; ткани, образуемая этими элементами, обозначаются именемъ стереомовъ или механическихъ системъ тканей. Въ виду того, что стебель долженъ быть построенъ такимъ образомъ, чтобы при сгибаніи его не происходило остающихся измѣненій, стереомы, согласно механическимъ требованіямъ, отодвинуты возможно ближе къ периферіи. Сосудистые пучки, сжатые на периферіи, снабженные у лубовой и у древесинной части сильными наслоеніями склеренхимы, представляютъ здѣсь систему сложныхъ подпорокъ. Склеренхиматическія наслоенія представляютъ сѣуженія, сосудистые пучки — утопленія этихъ подпорокъ. Полный цилиндръ гиподермы, развитой въ этомъ случаѣ незначительно, усиливаетъ собою эту систему; механически его можно разсматривать, какъ слияніе многихъ, расположенныхъ по кругу, сѣуженій.

Весьма поучительно погрузить поперечный разрѣзъ въ кораллинъ-соду. — Всѣ одревеснѣвшіе элементы сосудистаго пучка и основной ткани окрашиваются въ самомъ непродолжительномъ времени въ блестящій кораллово-красный цвѣтъ, неодревеснѣвшіе — въ розовый. Поэтому на разрѣзѣ блестятъ склеренхиматическія клѣтки влагалища, преимущественно на обоихъ концахъ сосудистаго пучка; стѣнки сосудовъ имѣютъ такую-же окраску, какъ и влагалище, только съ буроватымъ оттѣнкомъ. Гиподермальное кольцо окрашивается подобно влагалищу сосудистаго пучка.

Теперь нужно приготовить радіальный, продольный разрѣзъ стебля. — Не слѣдуетъ довольствоваться однимъ препаратомъ, въ виду малаго вѣроятія получить на немъ осевой разрѣзъ сосудистаго пучка. Такой осевой разрѣзъ пучка легко узнать потому, что онъ заключаетъ лубъ и одновременно кольчатый сосудъ, вдающийся въ межклѣтный ходъ. Если продольный разрѣзъ лежитъ въ хлор-цинк-іодѣ, то легко замѣтить фіолетовое окрашиваніе луба; фіолетовый оттѣнокъ получаютъ также тонкостѣнные клѣтки, окружающія межклѣтный ходъ; всѣ остальные элементы, сообразно тому, что мы видѣли на поперечномъ разрѣзѣ, окрашиваются въ желтый или желтобурый цвѣтъ. Для болѣе подробнаго изслѣдованія возьмемъ разрѣзъ, окрашенный кораллинъ-содой (фиг. 40). И здѣсь прежде всего слѣдуетъ ориентироваться относительно направленія, въ которомъ лежитъ поверхность стебля. Какъ и на поперечномъ разрѣзѣ, мы начнемъ наше разсмотрѣніе съ внутренняго края пучка и постепенно будемъ подвигаться къ наружному. Мы увидимъ, что рядомъ съ широкими, приблизительно квадратными клѣтками основной ткани, лежатъ клѣтки ея болѣе узкія, къ которымъ дальше примыкаютъ узкіе элементы влагалища (*vg*). Эти послѣдніе, сильно окрашенные кораллиномъ, имѣютъ значительную длину и отдѣляются другъ отъ друга поперечными, болѣе или менѣе наклонными перегородками; они снабжены маленькими, щелевидными; косо-восходящими порами и содержатъ редуцированный протоплазматическій мѣшечекъ и маленькое ядро. Мы имѣемъ здѣсь дѣло съ удлиненными склеренхиматическими клѣтками. За клѣтками влагалища слѣдуетъ межклѣтный ходъ, и мы убѣждаемся, что онъ тянется безъ перерыва по всей длинѣ сосудистаго пучка. Межклѣтный ходъ окруженъ тонкостѣнными клѣтками, болѣе короткими, чѣмъ клѣтки влагалища; онъ наполненъ большимъ количествомъ содержимаго, раздѣлены прямыми поперечными перегородками и носятъ названіе первичной древесинной паренхимы. Въ межклѣтный ходъ вдаются большою частью изолированныя кольца и прикрѣпляются къ внѣшней его сторонѣ, т. е. той, которая лежитъ ближе къ поверхности стебля; кольца эти принадлежатъ кольчатымъ сосу-

дамъ, разорваннымъ при растяженіи междоузлія. Кромѣ того, нѣрѣдко можно наблюдать маленькія изолированныя кольца, торчащія на той или на другой сторонѣ межклетчнаго хода. Это остатки элементовъ протоксилемы. Кнаружи отъ большихъ сосудовъ лежатъ одинъ или нѣсколько узкихъ или широкихъ спиральныхъ сосудовъ. На нашемъ рисункѣ мы видимъ только одинъ, довольно узкій сосудъ (*sp.*). Далѣе слѣдуютъ короткія клетки первичной, древесинной паренхимы, стѣнки которыхъ



Фиг. 40. Продольный разрѣзъ сосудистаго пучка изъ стебля *Zea Mais*. *a* и *a'*, — членики кольчататаго сосуда; *sp* — спиральный сосудъ; *v* — рѣшетчатый сосудъ; *s* — сопровождающія клетки; *pr* — протофлоэмъ; *l* — межклеточный ходъ; *vg* — влагалище. Увел. 180.

снабжены порами и частью сѣтчато утолщены; онѣ утолщены нѣсколько сильнѣе, чѣмъ такія-же клетки, лежащія у междклетчнаго хода. Затѣмъ начинается дубовая часть, въ которой рѣзко бросаются въ глаза толстыя, окрашенныя кораллиномъ въ розовый цвѣтъ, поперечныя перегородки рѣшетчатыхъ сосудовъ, такъ называемыя рѣшетчатыя пластинки (*v*). Эти рѣшетчатыя пластинки сильно преломляютъ свѣтъ, и, употребляя значительное увеличеніе, можно убѣдиться въ томъ, что онѣ продыравлены, въ видѣ сита, мелкими порами; на одной, рѣже на обѣихъ ихъ сторонахъ, скопляется участокъ сильно преломляющаго свѣтъ содержиماго, въ видѣ слизистой

пробки. Въ периферической части луба (при *pr.*), тамъ, гдѣ на поперечномъ разрѣзѣ видны были элементы протоплозмы съ разбухшими клѣточными стѣнками, замѣчается поперечная пластинка, окрашенная въ прекрасный розовый цвѣтъ. Эта рѣшетчатая пластинка покрыта мозолистымъ веществомъ, строеніе котораго мы изучимъ впослѣдствіи на иномъ, болѣе удобномъ объектѣ. Пластинки эти жадно поглощаютъ кораллинъ и потому являются рѣзко окрашенными ⁵⁾. Подлѣ рѣшетчатыхъ сосудовъ лежатъ сопровождающія клѣтки (*s*). Онѣ уже и короче сосудовъ и содержатъ, кромѣ весьма обильнаго содержимаго, также и ядра, которыхъ напрасно мы стали бы искать въ рѣшетчатыхъ сосудахъ.

Клѣтки влагалища лежатъ снова на границѣ пучка; поперечныя ихъ перегородки имѣютъ столь наклонное положеніе, что можно, пожалуй, назвать ихъ склеренхиматическими волокнами; самыя внутреннія клѣтки влагалища имѣютъ сравнительно очень широкую полость, какъ это мы видѣли уже на поперечномъ разрѣзѣ. — Въ клѣткахъ сосудистаго пучка мы не находили крахмальныхъ зеренъ; ихъ нѣтъ здѣсь и въ клѣткахъ основной ткани. Всѣ клѣтки сосудистаго пучка и основной ткани, за исключеніемъ сосудовъ и ситовидныхъ трубокъ, содержатъ ядра.

Само собою понятно, что на такомъ осевомъ разрѣзѣ сосудистаго пучка, не можетъ быть видѣнъ ни одинъ изъ двухъ большихъ сосудовъ. Иногда, при глубокой установкѣ, одинъ изъ такихъ сосудовъ просвѣчиваетъ, но не видѣнъ ясно.

Для того, чтобы изучить продольный разрѣзъ большихъ сосудовъ, нужно приготовить боковые продольные разрѣзы сосудистаго пучка; тогда мы увидимъ, что большой сосудъ усѣянъ косыми порами, или рѣже утолщенъ спирально; въ точечныхъ сосудахъ утолщенные мѣста образуютъ сѣтъ. Поры расширены у основанія, но снабжены каймой только на одной сторонѣ, потому что соответственныя поры сосѣднихъ клѣтокъ древесинной паренхимы не окаймлены. Въ то-же время клѣтки эти гораздо слабѣе утолщены. На продольныхъ разрѣзахъ прекрасно видны діафрагмы большихъ сосудовъ; онѣ представляютъ двойныя кольца, вдающіяся неглубоко въ полость сосуда. Кольца эти произошли вслѣдствіе утолщенія наружнаго края поперечныхъ перегородокъ, между тѣмъ какъ внутренняя, не утолщенная часть вслѣдъ затѣмъ растворилась. По числу діафрагмъ мы можемъ слѣдовательно судить о числѣ и величинѣ клѣтокъ, вошедшихъ въ составъ сосуда. Въ мѣстахъ, гдѣ лежатъ діафрагмы, снаружи сосуда замѣчаются незначительныя сѣуженія.

Для насъ весьма важно сохранить удачныя поперечныя и продольные разрѣзы сосудистыхъ пучковъ въ видѣ препаратовъ. Окрашиваніе отъ хлор-цинк-іода и кораллина не удерживается на препаратахъ; за то сохраняется долго окрашиваніе отъ

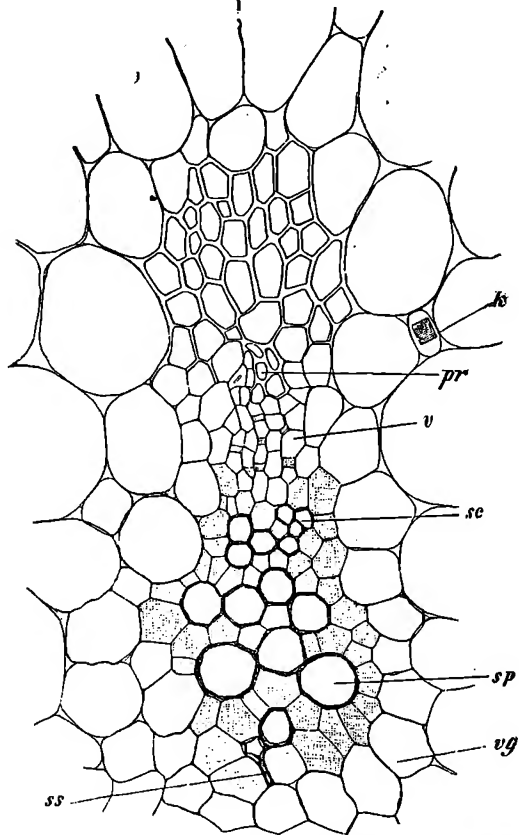
сафранина и іод-грюна. Весьма поучительныя двойныя окрашиванія мы получимъ, подвергая разрѣзы втеченію непродолжительнаго времени дѣйствію іод-грюна и затѣмъ болѣе продолжительному дѣйствію квасцовога кармина Гренахера⁶⁾). Мгновенныя двойныя окрашиванія получаютъ при дѣйствіи пикро-нигрозина или пикро-анилиновой сини, а также при дѣйствіи амміакъ—уксусная кислота—кармина Гойера. При этомъ квасцовый карминъ, амміакъ—уксусная кислота—карминъ, нигрозинъ и анилиновая синь окрашиваютъ неодревеснѣвшія клѣточные оболочки, іод-грюнъ и пикриновая кислота—оболочки одревеснѣвшія. Содержимое клѣтокъ принимаетъ окраску кармина или нигрозина или анилиновой сини. Такие окрашенные препараты мы кладемъ въ глицеринъ-желатинъ или въ глицеринъ; въ последнемъ случаѣ края покровной пластинки нужно замазать герметически; для этого помощью пропускной бумаги мы удаляемъ глицеринъ, выступившій на краяхъ покровнаго стеклышка, и покрываемъ эти края густымъ растворомъ канадскаго бальзама въ терпентинѣ или въ бензинѣ, или въ хлороформѣ—Манипуляцію эту удобнѣе всего производить тонкой стеклянной палочкой. Бумажный лакъ (Maskenlack) и Gold Size для замазыванія препаратовъ не годятся, потому что не пристають къ стеклу, смазанному глицериномъ.—Когда канадскій бальзамъ затвердѣетъ—весьма полезно покрыть его слоемъ вышеупомянутыхъ лаковъ; не слѣдуетъ употреблять очень густаго раствора лаковъ, лучше помощью тонкой кисточки намазывать ихъ нѣсколько разъ. Весьма пригодна для сохраненія препаратовъ жидкость Гойера, которую можно получать отъ д-ра Грюблера въ Лейпцигѣ; при ея употребленіи, подобно тому, какъ при употребленіи глицеринъ-желатина, замазка препаратовъ становится излишней.

За неимѣніемъ стеблей *Zea Mais* можно употреблять въ дѣло съ полнымъ успѣхомъ стебли *Avena sativa* или какого либо другаго злака.

Теперь сдѣлаемъ нѣсколько поперечныхъ и продольныхъ разрѣзовъ черезъ полный развитой листъ *Iris florentina*, хранившійся въ алкохолѣ.—Мы оказываемъ предпочтеніе спиртовому матеріалу потому, что изъ него легче приготовить хорошіе разрѣзы; кромѣ того, онъ не содержитъ воздуха и содержимое его клѣтокъ фиксировано, а слѣдовательно весьма удобно для изслѣдованія.—Мы можемъ облегчить себѣ рѣзаніе, погруживъ такой листъ предварительно въ смѣсь спирта и глицерина. Приготовленные разрѣзы мы переносимъ на нѣсколько часовъ въ борный-карминъ и затѣмъ обрабатываемъ его іод-грюномъ. Содержимое клѣтокъ поглощаетъ карминъ; клѣточные-же оболочки отъ борнаго кармина не окрашиваются; съ другой стороны одревеснѣвшія стѣнки принимаютъ отъ іод-грюна зеленую окраску. На такомъ препаратѣ окрашенными въ зеленый цвѣтъ

являются сосуды и кромѣ того еще всѣ или только наружные элементы влагалища, граничащіе съ лубомъ. Кромѣ того, благодаря синей окраскѣ, рѣзко выделяется группа элементовъ съ разбухшими стѣнками—элементовъ протофлоэмы, лежащихъ на наружной сторонѣ лубовой части пучка.

Разсмотримъ подробно одинъ изъ такихъ препаратовъ, представленный на фиг. 41.—Всѣ клѣтки, богатые содержимымъ и прижавшія вслѣдствіе этого красный цвѣтъ, на нашемъ рисункѣ затѣнены. Стѣнки сосудовъ, окрашенные въ зеленый цвѣтъ, обозначены темными контурами; наконецъ, группа элементовъ протофлоэмы оставлена свѣтлой. Такъ какъ разрѣзъ былъ сдѣланъ изъ нижней части листа, то утолщенные элементы основной ткани, лежащіе по соседству съ лубомъ, еще не одревеснѣли и потому остались неокрашенными. Для полученія быстрой окраски препарата, его слѣдуетъ подвергнуть дѣйствію одного лишь іод-грюна; въ этомъ случаѣ, очевидно, мы не получимъ краснаго окрашиванія содержимаго клѣтокъ. Для того чтобы іод-грюнъ окрасилъ только одревеснѣвшія оболочки — необходимо тщательно опредѣлить продолжительность его дѣйствія.



Фиг. 41. Поперечный разрѣзъ сосудистаго пучка изъ листа *Iris florentina*. Темными контурами обозначены сосуды; богатыи содержимымъ клѣтки пучка — внутри затѣнены. *ss* — раздавленные спиральные сосуды; *sp* — болѣе широкіе спиральные сосуды; *sc* — листовичные сосуды; *pr* — рѣшетчатые трубки, между которыми лежатъ узкія сопровождающія клѣтки; *vg* — раздавленные элементы протофлоэмы; *vg* — влагалище съ волнистыми радіальными стѣнками; *k* — поперечный разрѣзъ кристалла. Увел. 240.

Разсмотрѣніе нашего препарата мы начнемъ съ древесинной части пучка и будемъ постепенно подвигаться къ лубовой его части, слѣдовательно отъ верхней стороны листа, обращенной внутрь, къ нижней его сторонѣ, обращенной наружи. Прежде всего мы убѣдимся въ томъ, что число сосудовъ въ древесинѣ довольно значительно, и что ширина ихъ уменьшается по направлению къ лубу. Сосуды или непосредственно прилегаютъ другъ къ другу, или отдѣлены слабо утолщенными, сравнительно узкими клѣтками первичной древесинной паренхимы, богатыми содержимымъ. Такія-же клѣтки окружаютъ сосуды и на боковыхъ сторонахъ пучка и отдѣляютъ ихъ отъ основной ткани. У внутреннего края древесины лежатъ всегда нѣсколько раздавленныхъ элементовъ протоксилемы (*ss*), стѣнки которыхъ окрашены подобно стѣнкамъ сосудовъ. Лубъ состоитъ и здѣсь изъ крупныхъ и болѣе мелкихъ клѣтокъ; однако различіе между этими клѣтками, а также правильность ихъ распредѣленія не столь рѣзки какъ у *Zea*; клѣтки съ широкимъ діаметромъ, богатыя содержимымъ — суть рѣшетчатая трубки; клѣтки съ узкимъ діаметромъ — сопровождающія клѣтки. Въ наружной части луба лежатъ упомянутые выше, разбухшіе и лишенные жизнедѣятельности элементы протофлоэмы (*pr*), окрашенные въ болѣе или менѣе явственный синій цвѣтъ. Подлѣ этой наружной части луба лежитъ сильно утолщенная склеренхима влагалица и, въ видѣ болѣе или менѣе толстаго слоя, усиливаетъ сосудистый пучекъ. У другихъ частей сосудистаго пучка влагалица нѣтъ, вмѣстѣ его ближайшія къ пучку клѣтки основной ткани становятся болѣе мелкими и соединены между собою безъ промежуточныхъ. На боковыхъ сторонахъ пучка клѣтки эти располагаются въ видѣ одного слоя, на внутренней сторонѣ пучка, подлѣ древесины, въ видѣ нѣсколькихъ слоевъ. — Стѣнки нѣкоторыхъ такихъ клѣтокъ окрашиваются здѣсь въ синій цвѣтъ. Эти мелкія клѣтки переходятъ посредствомъ ряда промежуточныхъ формъ въ крупноклѣтчатую, содержащую воздухоносныя межклѣтчныя пространства, основную ткань.

Разсматривая ткань, лежащую вблизи сосудистаго пучка, мы замѣчаемъ, что маленькія клѣтки ея, одиночно расположенныя между болѣе крупными, содержатъ сильно преломляющіе свѣтъ кристаллы (фиг. 41 *k*). На рисункѣ кристаллъ представленъ въ разрѣзѣ; съ формою его мы познакомимся ближе на продольныхъ разрѣзахъ.

Быстрое и хорошее окрашиваніе получается также съ коралиномъ, при чемъ одревеснѣвшіе, склеренхиматическіе элементы окрашиваются въ огненно-красный цвѣтъ; тѣ же изъ нихъ, которые еще не одревеснѣли и не сильно утолщены, получаютъ розовую окраску; стѣнки сосудовъ принимаютъ бурокрасное, остальные элементы желтовато-красное окрашиваніе.

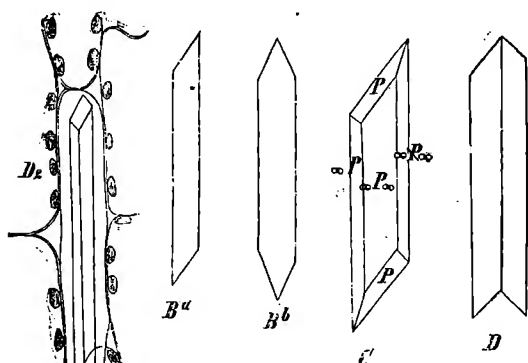
Для того чтобы имѣть возможность контролировать полученные выше результаты, приготовимъ нѣсколько поперечныхъ разрѣзовъ изъ свѣжаго листа. Мы убѣдимся на этихъ разрѣзахъ, что крупныя клѣтки основной ткани, лежащія въ наружныхъ частяхъ листа, содержатъ хлорофиллова зерна; напротивъ того, клѣтки, относящіяся къ пучковому влагалищу, таковыхъ не содержатъ. На свѣжихъ препаратахъ сосуды наполнены воздухомъ и потому картина здѣсь не столь отчетлива, какъ на препаратахъ изъ спиртоваго матеріала. За то на свѣжихъ препаратахъ мы можемъ констатировать явленіе, которое легко просмѣтрѣть на препаратахъ спиртовыхъ, именно: первый рядъ клѣтокъ влагалища, граничащій съ древесною сосудистаго пучка, какъ будто смазненъ на радіальныхъ стѣнкахъ темными, широкими порами. Если теперь мы изслѣзуемъ наши прежніе, фиксированные алкоголемъ и окрашенные препараты въ этомъ отношеніи, то замѣтимъ, что радіальныя стѣнки клѣтокъ, о которыхъ идетъ рѣчь (ср. фиг. 41, *vg*), выпуклы. Двигая винтомъ, мы увидимъ, что эта выпуклость передвигается съ одной стороны стѣнки на другую. Такимъ образомъ, выпуклая часть клѣточной стѣнки образуетъ волнистую, въ различныхъ стороны изогнутую ленту. Мы встрѣтимъ еще подобное, даже нѣсколько болѣе рѣзко выраженное, строеніе въ другихъ влагалищахъ и потому не станемъ останавливаться на немъ здѣсь.

Продольный разрѣзъ листа, прошедшій по оси сосудистаго пучка, показываетъ намъ, что на внутренней сторонѣ этого пучка лежатъ вытянутые, частью раздавленные спиральные сосуды; мы видѣли ихъ уже на поперечномъ разрѣзѣ (*ss*) и назвали элементами протоксилемы, т. е. первичными, раньше другихъ образовавшимися, элементами древесины. Дальше слѣдуютъ болѣе широкіе спиральные сосуды съ плотно свернутой лентой; далѣе узкіе лѣстничные сосуды. Въ лубовой части пучка рѣшетчатые пластинки выступаютъ отчетливо на препаратахъ, окрашенныхъ кораллиномъ. Далѣе снаружи, лежатъ склеренхиматическія волокна, отличающіяся сильнымъ утолщеніемъ стѣнокъ, значительной длиною и заостренными концами.

Въ виду того, что кристаллы расположены параллельно длинной оси листа, на продольныхъ разрѣзахъ они видны въ профиль (фиг. 42, *A—D*). Они заключены въ удлиненныя клѣтки основной ткани, которыя не многимъ больше самыхъ кристалловъ. Клѣтки эти не содержатъ хлорофилла, между тѣмъ какъ соедѣнны съ ними въ большинствѣ случаевъ хлорофиллоносны. Кристаллы, о которыхъ идетъ рѣчь, растворяются въ соляной кислотѣ безъ образованія пузырьковъ газа, изъ чего можно заключить, что они состоятъ изъ щавелево кислой извести. Всѣ встрѣчающіеся здѣсь кристаллы имѣютъ удлиненно-призма-

тическую форму и принадлежать къ моноклинической системѣ; большинство изъ нихъ — двойники (*D*).

Содержимое кристаллоносныхъ кѣтокъ отъ кораллина не окрашивается.



Фиг. 42. А—кристалъ шавелево-кислой извести, заключенный въ кѣтку листа *Iris florentina*; увел. 240. В—D—формы встрѣчающихся кристалловъ. В а и в и D—въ оптическомъ продольномъ разрѣзѣ. С—проекція.

однодольныхъ растений, то онъ происходитъ безъ всякаго участія сосудистыхъ пучковъ.—Ростъ въ толщину мы находимъ у представителей сем. *Dracaenae*, *Aloineae* и *Dioscoraceae*, гдѣ онъ обусловливается появленіемъ камбіального слоя на периферіи стебля, снаружи сосудистыхъ пучковъ.

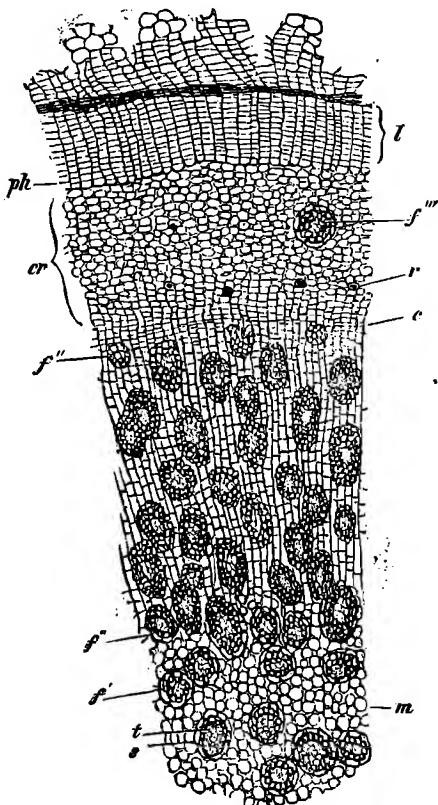
Возьмемъ для изслѣдованія видъ *Cordyline*, разводимый въ каждомъ садовомъ заведеніи, подъ именемъ *Dracaena rubra*.—Экземпляръ такого растения мы должны принести въ жертву и перерѣзать поперекъ его стебелекъ. На такомъ разрѣзѣ уже простымъ глазомъ мы замѣчаемъ, что за бурымъ пробковымъ слоемъ слѣдуетъ слой зеленой нѣжной коры, толщиною въ 1 *mm*.; къ корѣ примыкаетъ желтоватая плотная ткань стебля, и на границѣ между ними лежитъ камбіальное кольцо. По срединѣ желтоватой ткани стебля выдѣляется свѣтлый участокъ, имѣющій форму кружка.

Изслѣдуемъ теперь поперечный разрѣзъ подъ микроскопомъ, при слабомъ увеличеніи (фиг. 43). Въ средней части стебля мы увидимъ основную ткань (*m*), состоящую изъ округлыхъ кѣтокъ, и разбросанные въ ней безъ опредѣленнаго порядка круглые или эллиптическіе сосудистые пучки (*f'*). Начиная съ опредѣленнаго пункта (*f''*), пучки становятся многочисленнѣе, вытя-

Сосудистые пучки однодольныхъ растений построены, если не принимать въ расчетъ нѣкоторыхъ несущественныхъ уклоновъ и модификацій, по типу двухъ изслѣдованныхъ нами примѣровъ, а потому дальнѣйшее изученіе такихъ сосудистыхъ пучковъ мы можемъ оставить въ сторонѣ.

Закрытые сосудистые пучки не способны къ послѣдующему росту въ толщину; если такой ростъ встрѣчается у

гиваются въ радіальномъ направленіи и лежатъ такъ близко другъ подле друга, что отдѣлены лишь узкими полосками основной ткани. Эти послѣднія состоятъ изъ клѣтокъ сильнѣе утолщенныхъ съ крупными порами, вытянутыхъ болѣе или менѣе по направленію радіуса и расположенныхъ радіальными, часто извилистыми рядами. Далѣе мы достигаемъ границы между внутреннею желтоватою тканью и зеленою корою (с). Здѣсь лежитъ поясъ ткани, состоящей изъ плоскихъ, радіально расположенныхъ, тонкостѣнныхъ клѣтокъ; это—камбіальное кольцо, дѣятельность котораго обуславливаетъ ростъ стебля въ толщину и которое, повидимому, принадлежитъ къ основной ткани.—Самыя плоскія клѣтки лежатъ по срединѣ поперечнаго его сѣченія; здѣсь находимъ мы настоящій инициальный слой, клѣтки котораго постоянно дѣлятся и образуютъ внутри новые элементы. — Дѣленія происходятъ помощью тангентальныхъ перегородокъ, вслѣдствіе чего образуются радіально расположенные ряды клѣтокъ; эти радіальные ряды черезъ извѣстные промежутки времени удваиваются, благодаря появленію радіальныхъ перегородокъ. Въ молодой ткани, образовавшейся вслѣдствіе дѣятельности камбіального кольца, погружены многочисленныя развивающіеся сосудистые пучки на различныхъ стадіяхъ развитія; самыя молодые состоятъ изъ группы тонкостѣнныхъ клѣтокъ, болѣе взрослые представляются вполне развитыми на внутренней сторонѣ, между тѣмъ какъ наружній ихъ



Фиг. 43. *Cordyline rubra*. Поперечный разръзъ стебля. *f*—сосудистые пучки а именно *f'*—первичные, *f''*—вторичные, *f'''*—листовые пучки; *m*—неодревеснившіе элементы основной ткани; *s*—одревеснившіе элементы основной ткани, окружающіе пучки въ видѣ влагалищъ; *t*—трахеиды; *c*—камбіальное кольцо; *cr*—кора; *l*—пробка; *ph*—пробковый камбій; *r*—пучки разви- довъ. Увел. 30.

многочисленныя развивающіеся сосудистые пучки на различныхъ стадіяхъ развитія; самыя молодые состоятъ изъ группы тонкостѣнныхъ клѣтокъ, болѣе взрослые представляются вполне развитыми на внутренней сторонѣ, между тѣмъ какъ наружній ихъ

край соприкасается съ камбіемъ и находится еще въ періодѣ развитія. Начиная съ того мѣста, гдѣ сосудистые пучки густо сжаты другъ подле друга и гдѣ раздѣляющія ихъ клѣтки получаютъ радіальное расположеніе, вся ткань является вторичною, развившеюся, благодаря дѣятельности камбіального кольца.—Кора, лежащая кнаружи отъ камбія, состоитъ изъ округлыхъ клѣтокъ (*cr*); во внутренней ея части бросаются въ глаза отдѣльныя клѣтки, выполненныя тонкими игольчатыми кристаллами, соединенными въ пучекъ (*r*). Это — пучки рафидовъ, состоящіе изъ шавелево-кислой извести; они видны здѣсь сверху; такъ какъ при приготовленіи разрѣза, клѣтки, содержащія рафиды, вскрываются бритвой, то нерѣдко отдѣльные кристаллики бываютъ разсыяны по всему разрѣзу. Всѣ остальные клѣтки коры содержатъ хлорофилловыя зерна. Кроме того, въ корѣ мы замѣчаемъ одиночные, круглые поперечные разрѣзы пучковъ (*f'''*), отходящихъ къ листьямъ.—Далѣе слѣдуетъ толстый слой тонкостѣнныхъ, безцвѣтныхъ, радіально расположенныхъ клѣтокъ (*l*), переходящихъ по направленію къ поверхности стебля въ бурую неправильную ткань. Это пробковый слой, состоящій внутри изъ молодой безцвѣтной пробковой ткани, снаружи изъ побурѣвшей и неправильно растяннутой пробки.

Особенно поучительны поперечные разрѣзы, окрашенные кораллиномъ: сосудистые пучки выступаютъ на нихъ весьма рѣзко. Кораллинъ окрашиваетъ также и одревеснѣвшія вторичныя клѣтки основной ткани, но это окрашиваніе имѣетъ другой оттѣнокъ. Неодревеснѣвшія клѣтки получаютъ блѣдно-розовую окраску. Клѣтки, содержащія рафиды, наполняются прозрачнымъ сокомъ караллово-краснаго до оранжеваго цвѣта, и, благодаря этому окрашиванію, мы легко убѣждаемся, что рафиды погружены въ однородную слизь, поглощающую кораллинъ. Кораллинъ кроме свойства, общаго съ анилиновой синью, — окрашивать мозолистое вещество рѣшетчатыхъ пластинокъ, обладаетъ еще специфическою особенностью — окрашивать растительную слизь. Если погрузить въ алкоголь продольные разрѣзы Дгасаена, окрашенные кораллиномъ, и подвергнуть ихъ даже кипяченію, то слизь тѣмъ не менѣе остается окрашенной; изъ этого обстоятельства мы можемъ заключить, что въ данномъ случаѣ имѣемъ дѣло со слизью, образовавшейся изъ крахмала, такъ какъ слизь изъ клѣтчатки обесцвѣчивается даже въ холодномъ спиртѣ, а во всякомъ случаѣ въ кипящемъ ?).—Гумми не окрашивается отъ кораллина; смѣсь слизи и гумми смотря по количественному соотношенію составныхъ частей.—Съ другой стороны мы убѣждаемся, что водный растворъ нигрозина не окрашиваетъ слизи, найденной нами у Дгасаена, даже послѣ продолжительнаго дѣйствія, между тѣмъ онъ окрашиваетъ слизь у *Rumex* (стр. 79).

Этимъ разсмотрѣніемъ поперечнаго разрѣза мы и ограничимся въ данномъ случаѣ; оно достаточно для того, чтобы познакомить насъ въ общихъ чертахъ съ происходящимъ здѣсь ростомъ въ толщину.—Изученіе мелкихъ подробностей, а также разсмотрѣніе продольныхъ разрѣзовъ мы оставимъ въ сторонѣ.

Примѣчаніе къ VIII-му упражненію.

¹⁾ О сосудистыхъ пучкахъ вообще, срав. de Bary, Vergl. Anatomie 1877 г., именно главу VIII, тамъ и вся старая литература. — Многочисленные изслѣдованія, появившіяся позже и направленные на изученіе морфологіи сосудистыхъ пучковъ, не подвергались съ того времени совместной обработкѣ. Напротивъ того, анатомо-физиологическія работы, стремящіяся къ физиологическому объясненію морфологическихъ фактовъ, сопоставлены Г. Габерландомъ въ Encyclopädie der Naturwissenschaften, Handbuch der Botanik, Bd. II, p. 593.

²⁾ Названія сосудистая часть и рѣшетчатая часть предложены де Бари. Vergl. Anatomie p. 330.

³⁾ Haberlandt, die Entwicklungsgechiehte des mech. Gewebesystems der Pflanzen.

⁴⁾ Schwendener, das mechan. Princip. im anat. Bau der Monocotylen.

⁵⁾ Это окрашиваніе предложено Шиншловичемъ. Bot. Centrbl. Bd. XII. p. 138.

⁶⁾ Срав. Tangl. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XII p. 170.

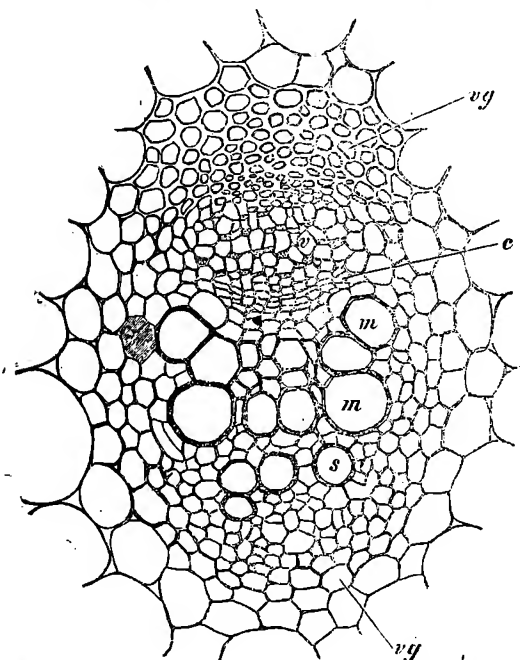
⁷⁾ Срав. Szyszyłowicz, тамъ же.

IX. Упражнение.

Открытые коллатеральные сосудистые пучки.

Первымъ примѣромъ для изученія коллатеральныхъ сосудистыхъ пучковъ мы избираемъ побѣги *Ranunculus repens*. Для того, чтобы облегчить свою задачу, станемъ окрашивать препараты кораллиномъ. Поперечный разрѣзъ стебля показываетъ, что сосудистые пучки вполне изолированы другъ отъ друга и въ тоже время расположены по кругу. Основная ткань состоитъ изъ круглыхъ клѣтокъ, уменьшающихся постепенно къ периферіи, содержащихъ хлорофилловыя зерна и образующихъ между собою крупныя межклеточныя пространства. Поверхность стебля покрыта эпидермисомъ; вслѣдствіе расхожденія и разрыва клѣтокъ, стебель внутри полый. Сосудистые пучки производятъ такое же впечатлѣніе, какъ и пучки однодольныхъ; мы находимъ въ нихъ тѣ-же составныя части въ томъ же самомъ рас-

положеніи. Сосуды, лежащіе на внутренней сторонѣ пучковъ, окрашиваются слабѣе; это — кольчатые и спиральные сосуды (фиг. 44, *s*). Дальше лежащіе, болѣе крупные или болѣе мелкіе сосуды принимаютъ буро-красную окраску. Ихъ контуръ угловать, и уже на поперечномъ разрѣзѣ можно замѣтить, что стѣнки ихъ снабжены окаймленными порами (*m*). Между этими сосудами лежитъ тонко-стѣнная первичная древесинная паренхима. Въ лубовой части мы находимъ опять попеременно лежащіе, болѣе крупныя рѣшетчатые трубки (*v*) и болѣе мелкія



Фиг. 44. Поперечный разрѣзъ сосудистаго пучка изъ побѣга *Ranunculus repens*. *s* — спиральные сосуды; *m* — сосуды съ окаймленными порами; *c* — камбій; *v* — рѣшетчатые трубки; *vg* — влагаище.

Увел. 180.

сопровождающіе клѣтки. Лубовая часть отдѣлена отъ древесинной многослойнымъ участкомъ радіально расположенныхъ клѣтокъ. Клѣтки эти произошли вслѣдствіе дѣятельности камбія (*c*), что сказывается въ ихъ радіальномъ расположеніи. Такимъ образомъ слой камбія, отдѣляющій древесину отъ луба, является здѣсь особенностью, отличающею эти пучки отъ пучковъ однодольныхъ. Правда, что дѣятельность этого камбія весьма ограничена, но его присутствіе уже достаточно для того, чтобы отнестись такіе пучки къ категоріи открытыхъ, т. е. способныхъ къ дальнѣйшему развитію. Камбій об-

разуется здѣсь только нѣсколько слоевъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ и затѣмъ прекращаетъ свою дѣятельность. Снаружи лубовая часть защищена пучкомъ склеренхиматическихъ элементовъ, которые окрашиваются въ красивый кораллово-красный цвѣтъ; и внутренний край пучка защищенъ такими же элементами влагаища, только они здѣсь слабѣе утолщены. На боковыхъ сторонахъ пучка элементы влагаища не смыкаются, вслѣдствіе чего остается промежуткъ, соответствующій границѣ между

древесиной и лубомъ. На продольномъ разрѣзѣ легко констатировать присутствіе кольчатыхъ, спиральныхъ и точечныхъ сосудовъ, между которыми лежатъ удлиненыя клѣтки первичной древесинной паренхимы; далѣе слѣдуютъ тонкостѣнные камбіальные клѣтки, рѣшетчатыя трубки и сопровождающія клѣтки; наконецъ, элементы влагалица, отдѣленные другъ отъ друга слабо-наклоненными, пористыми поперечными перегородками.

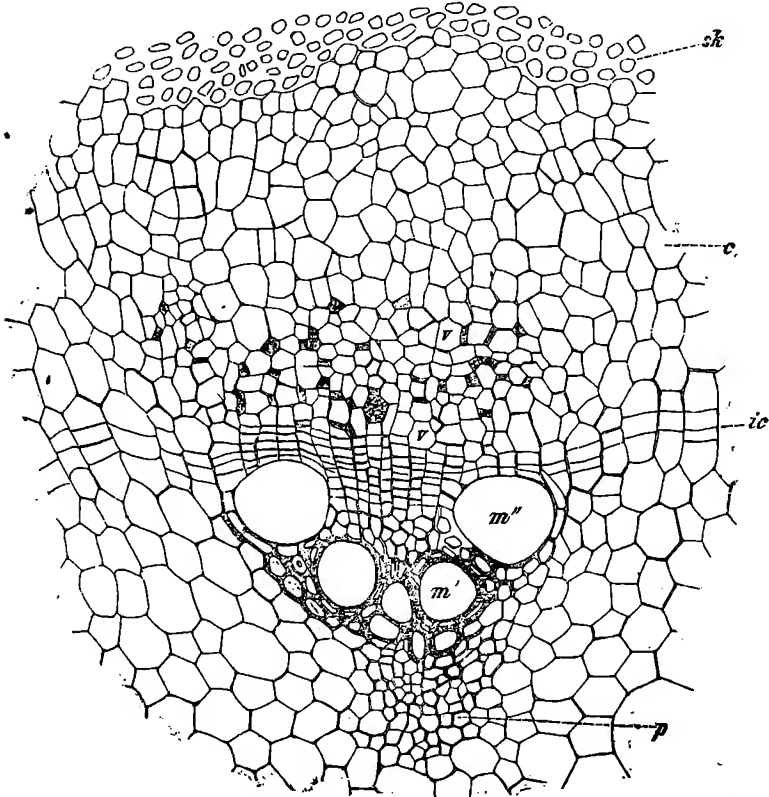
Сосудистыя пучки *Chelidonium majus* на столько сходны по своему строенію съ пучками *Ranunculus repens*, что поперечныя ихъ разрѣзы понятны безъ всякихъ дальнѣйшихъ объясненій. Мы предпочтемъ и здѣсь пользоваться для изслѣдованія спиртовымъ матеріаломъ. Древесинная часть включаетъ большіе, тѣсно скученные сосуды, стѣнки которыхъ въ старыхъ частяхъ стебля получаютъ желтоватую окраску. Лубовая часть сильно развита; между древесиной и лубомъ лежатъ тонкостѣнные, радіально расположенные ряды клѣтокъ, образовавшіеся, благодаря кратковременной дѣятельности камбія. Влагалице замѣнено пучкомъ сильно утолщенныхъ склеренхиматическихъ клѣтокъ, расположенныхъ у наружнаго края лубовой части пучка; клѣтки эти въ болѣе старыхъ частяхъ стебля принимаютъ также желтое окрашиваніе. Подъ эпидермисомъ, отдѣляясь отъ него двумя рядами клѣтокъ, лежитъ толстое кольцо, состоящее изъ такихъ же точно склеренхиматическихъ элементовъ, какіе защищаютъ пучокъ и придаютъ ему прочность. Кольцо это есть общее влагалице для внутреннихъ тканей стебля. Въ сосудистомъ пучкѣ или въ непосредственномъ съ нимъ содѣйствіи мы встрѣчаемъ здѣсь въ первый разъ новые элементы — млечныя трубки; мы замѣчаемъ клѣтки съ темнобурымъ содержимымъ или въ лубовой части пучка или на внутренней сторонѣ древесины; особенно многочисленны онѣ на вѣтшной и на боковыхъ сторонахъ склеренхиматическаго пучка, а также встрѣчаются одиночно въ основной ткани между сосудистыми пучками; темнобурое ихъ содержимое представляетъ оранжево-красный млечный сокъ, свернувшійся въ алкоголь. Клѣтки эти столь рѣзко бросаются въ глаза, что просмѣтрѣть ихъ невозможно. Всѣ онѣ тонкостѣнны, не исключая тѣхъ, которыя лежатъ на краю склеренхиматическаго пучка; форма ихъ не отличается ничѣмъ особеннымъ. — Млечныя трубки легко найти и на радіальныхъ продольныхъ разрѣзахъ, благодаря ихъ желтобурому содержимому; онѣ представляются здѣсь въ видѣ длинныхъ трубокъ, расположенныхъ параллельно длинной оси стебля. Не трудно доказать существованіе въ млечныхъ трубкахъ поперечныхъ перегородокъ, продыранныхъ по срединѣ болѣе или менѣе явственно однимъ или нѣсколькими отверстіями; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ можно ожидать присутствія поперечныхъ перегородокъ, ихъ вовсе не существуетъ. Весьма нерѣдко

можно встрѣтить въ пучкѣ отдѣльные сосуды, наполненные свернувшимся млечнымъ сокомъ. — Чрезвычайно поучительные поперечные разрѣзы сосудистыхъ пучковъ и млечныхъ трубокъ получаются при окрашиваніи препаратовъ кораллиномъ и прибавленіи на край покрывшаго стеклышка капли ѣдкаго кали; сосуды получаютъ рыжеватый оттѣнокъ, склеренхиматическіе элементы розово-красный, между тѣмъ какъ поперечные разрѣзы млечныхъ трубокъ выполнены темно-бурымъ содержимымъ и выступаютъ очень рѣзко. — Погружая тонкіе продольные разрѣзы въ 45° уксусной кислоты-кармина, удается доказать присутствіе въ млечныхъ трубкахъ ядеръ; эта реакція впрочемъ не принадлежитъ къ числу особенно легкихъ. — Боковыя соединенія между млечными трубками у *Cheilodonium* наблюдаемы не были.

Необыкновенно удобный объектъ для изученія роста въ толщину двудольныхъ растений представляетъ *Aristolochia Siphon*. Необходимый для изслѣдованія матеріалъ легко заготовить разъ на всегда. — Прежде всего сдѣлаемъ поперечный разрѣзъ вѣтки, имѣющей 3—4 *mm.* толщины. — Разсматривая его при помощи лупы, мы замѣчаемъ внутри рыхлую сердцевину, вокругъ нея кружокъ изолированныхъ сосудистыхъ пучковъ, далѣе снаружи отъ пучковъ непрерывное бѣлое кольцо, затѣмъ зеленую коровую ткань и наконецъ желтовато-зеленый периферическій покровъ.

При слабомъ увеличеніи подъ микроскопомъ мы убѣждаемся, что сердцевина состоитъ изъ круглыхъ, крупныхъ клѣтокъ, частью наполненныхъ воздухомъ. Древесинная часть сосудистаго пучка является темною и пронизана большими полостями сосудовъ; за нею слѣдуетъ камбіальный поясъ, состоящій изъ узкихъ, радіально-расположенныхъ клѣтокъ и затѣмъ нѣсколько менѣе свѣтлая лубовая часть, изъ крупныхъ клѣтокъ, не обнаруживающихъ правильнаго расположенія. Каждый пучекъ окруженъ въ своей наружной части паренхиматической тканью, содержащую хлорофилловыя зерна или въ иныхъ случаяхъ запасныя вещества. Лежащее снаружи бѣлое кольцо состоитъ изъ сильно утолщенныхъ склеренхиматическихъ клѣтокъ; оно вдается клинообразно внутрь между отдѣльными сосудистыми пучками. Снаружи къ кольцу примыкаетъ хлорофиллоносная ткань, самый внутренній слой которой, граничащій съ склеренхимой, богатъ содержаніемъ крахмала, и которая должна быть причислена къ категоріи такъ называемыхъ крахмалистыхъ влагалищъ. При обработкѣ іодомъ, влагалище это выступаетъ весьма рѣзко. Далѣе слѣдуетъ ткань, также содержащая хлорофиллъ, состоящая изъ клѣтокъ съ узкимъ просвѣтомъ, бѣлыя стѣнки которыхъ въ углахъ взаимнаго соприкосновенія сильно утолщены; благодаря этому признаку, мы узнаемъ въ ней «колленхиму». Наконецъ,

снаружи мы находимъ эпидермисъ. — Послѣ этого общаго разсмотрѣнія, перейдемъ къ подробному изученію отдѣльнаго пучка, что возможно только на весьма тонкихъ разрѣзахъ; такіе разрѣзы съ удобствомъ можно готовить изъ спиртоваго матеріала, который пролежалъ нѣкоторое время въ смѣси алкоголя



Фиг. 45. Поперечный разрѣзъ молодой вѣтки *Aristolochia Sipho*, представляющій сосудистый пучокъ послѣ того, какъ началась дѣятельность камбия: *p*—паренхиматическіе элементы на внутренней сторонѣ древесины; *m* и *m'*—сосуды, снабженные окаймленными порами; *ic*—межпучковый камбій, переходящій въ камбій пучковый, т. е. въ камбій, лежащій въ сосудистомъ пучкѣ; *v*—рѣшетчатые трубки; *c*—паренхима коры; *sk*—внутренняя часть склеренхиматическаго кольца. Увел. 130.

и глицерина. Затѣмъ мы окрашиваемъ наши разрѣзы, дѣйствуя на нихъ втеченіи долгаго времени кораллиномъ. Сосудистый пучекъ изъ вѣтки настоящаго года, находящійся въ періодѣ развитія, имѣетъ видъ, представленный на фигурѣ 45; на внутренней его сторонѣ мы видимъ тонкостѣнную первичную древе-

синнюю паренхиму (*p*), въ которой заключены узкіе сосуды (элементы протоксилемы) и дальше другіе, постепенно увеличивающіе свой діаметръ; въ то-же время и древесинная паренхима постепенно утолщается свои стѣнки. Древесинная паренхима располагается преимущественно вокругъ сосудовъ, промежутки-же заняты сильнѣе утолщенными трахеидами, имѣющими окаймленные поры.

Готовые сосуды, трахеиды и толстостѣнная древесинная паренхима принимаютъ отъ кораллина интенсивно красный цвѣтъ; тонкостѣнная паренхима получаетъ слабую розовую окраску, вслѣдствіе чего она рѣзко отграничена отъ самыхъ внутреннихъ сосудовъ. Два большіе сосуда въ представленномъ на нашемъ рисункѣ сосудистомъ пучкѣ находились въ періодѣ развитія; между ними лежитъ молодая тонкостѣнная вторичная ткань, клѣтки которой, расположенныя рядами, указываютъ на дѣятельность камбія. Къ большимъ сосудамъ примыкаетъ снаружи камбіальный поясъ; плоскій, не рѣзко отграниченный слой клѣтокъ представляетъ инициальный слой камбіального пояса.—Далѣе кнаружи слѣдуетъ лубъ, состоящій изъ тонкостѣнныхъ элементовъ; радіальное расположеніе внутреннихъ элементовъ луба указываетъ и здѣсь на ихъ вторичное происхожденіе изъ камбія. Въ лубѣ легко различать рѣшетчатые трубки отъ многочисленныхъ сопровождающихъ клѣтокъ, весьма богатыхъ содержимымъ. Между рѣшетчатыми трубками и сопровождающими клѣтками разсыяны клѣтки лубовой паренхимы, содержащія крахмалъ. Наружная часть луба — протофлоэма состоитъ изъ менѣе широкихъ рѣшетчатыхъ трубокъ, вслѣдствіе чего онѣ не отдѣляются рѣзко отъ сопровождающихъ клѣтокъ. Отъ склеренхиматического кольца лубъ отдѣленъ корою паренхимой, состоящею изъ большихъ клѣтокъ, безъ межклѣточныхъ пространствъ.—Склеренхиматическое кольцо является окрашеннымъ столь-же интенсивно, какъ и одревеснѣвшія части сосудистаго пучка.—Подъ давленіемъ новыхъ, образующихся изъ камбія элементовъ, элементы протофлоэмы скорѣе являются сплюснутыми. На такихъ препаратахъ весьма поучительно развитіе межпучковаго камбія.—Одновременно съ началомъ камбіальной дѣятельности внутри сосудистыхъ пучковъ, клѣтки основной ткани, примыкающія къ ихъ боковымъ сторонамъ, вытягиваются, и въ нихъ появляются перегородки (*ic*). Такимъ образомъ, изъ элементовъ основной ткани образуется полоска камбія, соединяющая камбіальные участки отдѣльныхъ пучковъ, расположенныхъ по кругу, въ одно сплошное камбіальное кольцо. Какъ видно изъ нашего рисунка, развитіе межпучковаго камбія (*ic*) у *Aristolochia Siphon* прослѣдить чрезвычайно легко; первоначальные контуры раздѣлившихся клѣтокъ основной ткани сохраняются очень долго.—У *Aristolochia* мы не находимъ влагалища вокругъ отдѣльныхъ

сосудистыхъ пучковъ. Кольцо изъ склеренхиматическихъ элементовъ образуетъ общее влагалище вокругъ всѣхъ внутреннихъ тканей ствола. Тонкій радіальный продольный разрывъ, прошедшій по оси сосудистаго пучка и окрашенный кораллиномъ, показываетъ на внутренней своей сторонѣ удлиненную первичную древесинную паренхиму съ прямыми поперечными перегородками; между клѣтками паренхимы лежатъ очень узкіе, болѣе или менѣе сдавленные, кольчатые сосуды, далѣе такіе-же сосуды болѣе широкіе, представляющіе отчасти переходы къ спиральнымъ; затѣмъ слѣдуютъ широкіе спиральные сосуды съ плотно свернутой лентой, показывающіе переходы къ сѣтчатой формѣ утолщенія; наконецъ, слѣдуютъ широкіе сосуды съ окаймленными порами. — Между сосудами мы находимъ прежде всего удлиненыя, лишенныя содержимаго трахеиды съ окаймленными порами; далѣе одиночныя волокнистыя клѣтки, похожія на трахеиды, но имѣющія простыя поры и содержащія крахмалъ; затѣмъ толстостѣнную древесинную паренхиму, съ поперечными перегородками, простыми порами, содержащую крахмалъ. — Молодые, не развитые еще сосуды представляются широкими цилиндрическими тонкостѣнными клѣтками, отдѣленными другъ отъ друга поперечными перегородками и снабженными значительнымъ стѣнкоположнымъ слоемъ протопласмы и ядромъ. Въ готовыхъ сосудахъ нѣтъ и слѣдовъ содержимаго, а вмѣсто цѣльныхъ поперечныхъ перегородокъ въ точечныхъ сосудахъ мы находимъ лишь кольцеобразныя діафрагмы. — Плоскія клѣтки камбіальнаго пояса богаты протопласматическимъ содержимымъ, имѣютъ ядро и нѣжныя поперечныя перегородки. — Рѣшетчатая пластинка необыкновенно красива; онѣ нерѣдко наклонны и представляютъ наблюдателю всю свою розовую поверхность, усыпанную болѣе темными блестящими точками. Сильно наклонныя рѣшетчатая пластинки раздѣлены свѣтлыми, лишенными поръ полосками на цѣлый рядъ другъ надъ другомъ лежащихъ участковъ, усыпанныхъ точками и окрашенныхъ въ розовый цвѣтъ. Боковыя стѣнки рѣшетчатыхъ трубокъ покрыты кромѣ того маленькими, болѣе частью поперечно растянутыми и мелкоточечными ситовидными порами, также окрашенными въ розовый цвѣтъ. На периферіи луба можно наблюдать съ чрезвычайною ясностью образованіе мозолистыхъ пластинокъ; онѣ имѣютъ видъ сильно предомляющихъ свѣтъ, округленныхъ на свободной поверхности массъ, окрашенныхъ въ яркій розовый цвѣтъ и сидятъ или съ обѣихъ сторонъ рѣшетчатыхъ пластинокъ или чаще покрываютъ только одну ихъ сторону. Также и маленькія ситовидныя поры на боковыхъ стѣнкахъ имѣютъ здѣсь небольшія мозолистыя пластинки. Подлѣ рѣшетчатыхъ трубокъ лежатъ узкія, богатыя содержимымъ сопровождающія клѣтки и болѣе широкія и короткія клѣт-

ки лубовой паренхимы, содержащія крахмалъ. Рѣшетчатая часть отдѣлена отъ склеренхиматическихъ элементовъ паренхиматическими клѣтками основной ткани.—Склеренхиматическія волокна, образующія кольцо, очень длинны, съ заостренными концами, которыми они соприкасаются между собою, и снабжены порами. Наконецъ, мы констатируемъ еще, что длина колленхиматическихъ клѣтокъ, граничащихъ съ эпидермисомъ, много разъ превосходитъ ихъ ширину, и что клѣтки эти раздѣлены поперечными перегородками.

Теперь возьмемъ для изслѣдованія старую вѣтвь, толщиною около 10 *mm*. Разрѣжемъ ее поперекъ и рассмотримъ плоскость разрѣза при помощи лупы. Сердцевина и сердцевинные лучи кажутся бѣлыми, древесина-желтоватой. Самые толстые сердцевинные лучи, числомъ большею частью 10 — 12, доходятъ до сердцевины; это — «первичные» сердцевинные лучи, раздѣлявшіе съ самаго начала сосудистые пучки другъ отъ друга. Съ сердцевинной границей самая старая часть древесины сосудистаго пучка; за отсутствіемъ въ ней широкихъ сосудовъ, эта часть древесины имѣетъ видъ болѣе плотнаго, темнѣ окрашеннаго кольца, прорѣзаннаго первичными сердцевинными лучами. За нею слѣдуютъ концентрическіе годичные кольца. — Ширина полостей сосудовъ увеличивается постепенно въ первые годы, пока не достигнетъ опредѣленной наибольшей величины. Границы годичныхъ слоевъ обозначены весьма рѣзко крупными полостями сосудовъ, такъ какъ самые широкие сосуды образуются лишь весною въ началѣ развитія. Наружныя части годичныхъ слоевъ не заключаютъ сосудовъ, видимыхъ въ лупу.—По мѣрѣ того какъ вторичная древесина увеличивается въ окружности, въ ней появляются новые сердцевинные лучи, которые мы можемъ назвать лучами 2-го, 3-го и — порядка или общимъ именемъ вторичныхъ лучей. Образованіе новыхъ сердцевинныхъ лучей происходитъ съ величайшею правильностью. Чѣмъ больше мы удаляемся отъ середины стебля, тѣмъ многочисленнѣе становятся сердцевинные лучи и тѣмъ короче вновь образующіеся. На вѣншей границѣ древесины мы замѣчаемъ темный кругъ — камбiальное кольцо, продолжающееся въ сердцевинные лучи въ видѣ нѣжной линіи. Передъ вторичной древесиной лежатъ участки вторичнаго луба, окрашенные въ свѣтло-бурый цвѣтъ и образовавшіеся благодаря послѣдовательному приросту.—Вслѣдствіе роста въ ширину, обусловленнаго утолщеніемъ ствола, сердцевинные лучи расширяются кнаружи отъ камбiа. Участки луба не способны разрастаться въ ширь и потому представляются сжатыми кнаружи и округленными. Первоначально сплошное кольцо склеренхимы разорвано здѣсь на отдѣльные, неравные по величинѣ куски оливково-зеленаго цвѣта; то-же

самое происходить и съ колленхимой, образовавшей въ началѣ сплошной слой; послѣдняя окрашена въ болѣе темный оливково-зеленый цвѣтъ. — Злциту внутреннихъ тканей принимается на себя перидерма, покрывающая въ видѣ бураго слоя поверхность ствола и обнаруживающая явственную слоистость. Весь участокъ, заключающій въ себѣ вторичный лубъ и расширенные концы сердцевинныхъ лучей и образовавшійся, благодаря дѣятельности камбія, получаетъ названіе вторичной коры и противопоставляется корѣ первичной, существовавшей ранѣе начала роста въ толщину. Рѣзкой границы между первичною и вторичною корою здѣсь не существуетъ.

• Изслѣдуемъ теперь строеніе нашего ствола на тонкихъ поперечныхъ разрѣзахъ при болѣе сильномъ увеличеніи. Ткань сердцевины осталась безъ измѣненія въ томъ видѣ, въ какомъ мы встрѣчали ее на молодыхъ стадіяхъ развитія, только клѣтки ея содержатъ многочисленныя друзды кристалловъ щавелево-кислой извести. Въ сердцевину вдаются участки первичной древесины, существовавшей ранѣе начала вторичнаго роста, и образуютъ такъ называемую сердцевинную трубку. — При разсматриваніи разрѣза въ лупу, участки первичной древесины не были замѣтны: они состоятъ изъ тонкостѣнныхъ частью раздавленныхъ элементовъ. Только съ появленіемъ утолщенныхъ элементовъ между болѣе крупными точечными сосудами, граница древесины обозначается рѣзко. Одновременно ширина сосудистаго пучка увеличивается и соотвѣтственно этому уменьшается ширина тервичныхъ сердцевинныхъ лучей. — Сосуды, образовавшіеся ксенію, обнаруживаютъ постепенное увеличеніе объема до третьяго или четвертаго годичнаго кольца. — Въ каждомъ отдѣльномъ годичномъ слой діаметръ сосудовъ быстро уменьшается съ весны и до осени. Передъ концомъ періода вегетаціи образуются только весьма узкіе сосуды. — Главная масса древесины состоитъ изъ сравнительно узкихъ, сильно утолщенныхъ элементовъ, снабженныхъ окаймленными порами и не заключающихъ болѣе содержимаго; это — трахеиды; они содержатъ воздухъ или воду. Если мы находимъ въ нихъ содержимое, напр. крахмалъ, то онъ попалъ туда случайно при изготовленіи разрѣза. — Преимущественно вокругъ сосудовъ, а также между трахеидами разбѣяны слабѣе утолщенные элементы съ протоплазматическимъ содержимымъ, заключающимъ обыкновенно крахмалъ; они снабжены порами и представляютъ клѣтки древесинной паренхимы и древесинныя волокна. — Сосуды имѣютъ окаймленные поры только въ тѣхъ мѣстахъ, которыми они соприкасаются между собою и съ трахеидами; тамъ, гдѣ пора сосуда или трахеида соприкасается съ порою древесинной паренхимы или древесиннаго волокна, она снабжена каймой толь-

ко на сторонѣ сосуда или трахеида, т. е. только на этой сторонѣ отверстіе поры сѣужено.

Замыкающая перепонка такихъ односторонне окаймленныхъ поръ лишена центрального утолщенія (торуса) и въ отличіе отъ перепонокъ, снабженныхъ такимъ утолщеніемъ, принимаетъ отъ хлор-цинк-іода синюю окраску ¹⁾.

Клѣтки сердцевинныхъ лучей вытянуты въ радіальномъ направленіи, сравнительно слабо утолщены и снабжены многочисленными мелкими порами. На наружной границѣ древесины мы легко замѣчаемъ камбій, состоящій изъ тонкостѣнныхъ, плоскихъ, радіально расположенныхъ клѣтокъ; по другую сторону камбія лежатъ состоящая изъ тонкостѣнныхъ элементовъ лубовая часть. Кромѣ рѣшетчатыхъ трубокъ и сопровождающихъ клѣтокъ мы находимъ здѣсь въ лубовой части еще и клѣтки лубовой паренхимы, содержащія крахмалъ. Такимъ образомъ во вторичномъ лубѣ, произведенномъ дѣятельностью камбія, появляются новые элементы — клѣтки лубовой паренхимы. — На достаточно тонкихъ разрѣзахъ мы можемъ прослѣдить въ лубѣ чередованіе сплюснутыхъ, спавшихся слоевъ клѣтокъ, со слоями клѣтокъ не сплюснутыхъ; не спавшіеся клѣточные слои состоятъ изъ крахмалоносной лубовой паренхимы, образовавшейся весной; напротивъ того, сплюснутые слои состоятъ изъ позже образовавшихся рѣшетчатыхъ трубокъ, сопровождающихъ клѣтокъ и клѣтокъ лубовой паренхимы. Сплюснутые ленты въ послѣдствіи разрываются, но во всякомъ случаѣ онѣ ясно замѣтны въ теченіи долгаго времени, въ видѣ сводовъ, расширяющихся кнаружи. Вслѣдствіе образованія новыхъ сердцевинныхъ лучей, лубовые участки подвергаются послѣдовательному дѣленію на два, и потому каждый наружный участокъ обнимаетъ собою два внутреннихъ. Снаружи рѣшетчатой части пучка лежатъ въ корѣ разорванные куски склеренхиматического кольца; они отдѣлены другъ отъ друга паренхиматической тканью. Вслѣдствіе роста въ толщину, вызваннаго дѣятельностью камбія, склеренхиматическое кольцо получаетъ радіальныя трещины, въ которыя проникаетъ съ обѣихъ сторонъ коровая ткань. Кольцо паренхимы также раздѣлено на участки, но здѣсь не произошло собственно разрыва, а только тангентальное растяженіе клѣтокъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ. Клѣтки эти затѣмъ дѣлятся и даютъ начало паренхиматической ткани. Поверхность ствола покрыта перидермой, состоящей изъ попеременно лежащихъ широкихъ поясовъ, крупныхъ, тонкостѣнныхъ пробковыхъ клѣтокъ и болѣе узкихъ поясовъ мелкихъ, толстостѣнныхъ клѣтокъ. Подобно тому, какъ въ сердцевинѣ и въ сердцевинныхъ лучахъ, мы находимъ и въ корѣ друзья кристалловъ шавелево-кислой извести.

Радіальный продольный разрѣзъ показываетъ намъ во вторичной древесинѣ прежде всего широкіе и узкіе сосуды съ

окаймленными порами и кольцеобразными диафрагмами; трахеиды съ окаймленными порами, слабѣе утолщенныя древесинныя волокна, отличающіеся своимъ содержимымъ и плоскими порами, и болѣе короткія, слабѣе, чѣмъ трахеиды, утолщенныя клѣтки паренхимы, снабженныя содержимымъ и плоскими порами и соединенныя въ длинныя нити. Если разрѣзомъ былъ захваченъ сердцевинный лучъ, то тонкостѣнные его клѣтки располагаются радіальными рядами. На внѣшней границѣ древесины мы видимъ плоскія, богатые содержимымъ, тонкостѣнныя камбіальныя клѣтки, раздѣленныя поперечными перегородками; далѣе дѣятельный еще участокъ луба и затѣмъ чередующіеся съ спавшимися элементами, не спавшіеся плоскіе элементы болѣе стараго луба. Особенно хорошо видна на периферіи слоистая перидерма; ея продольный разрѣзъ совершенно схожъ съ поперечнымъ. Вышина и ширина клѣтокъ ея одинаковы. При рѣзаніи дерева уже простымъ глазомъ можно замѣтить прямое прохожденіе сердцевинныхъ лучей. Оно зависитъ отъ значительной длины междоузлій, внутри которыхъ, какъ сосудистыя пучки, такъ и сердцевинные лучи не измѣняютъ своего направленія; поэтому на тангентальномъ разрѣзѣ сердцевинные лучи имѣютъ видъ болѣе или менѣе параллельныхъ другъ другу полосокъ различной ширины, раздѣленныхъ соответственными полосками древесины.

Въ виду значительныхъ трудностей, съ которыми связано нахожденіе и изученіе отдѣльныхъ элементовъ на разрѣзахъ древесины, представляющихъ весьма сложныя картины, попытаемся познакомиться съ инымъ методомъ изслѣдованія. Мы воспользуемся такъ называемымъ методомъ мацерациі. Въ широкую пробирку помѣстимъ нѣсколько кусочковъ хлорноватокислаго кали и прильемъ столько азотной кислоты, чтобы она покрыла собой кусочки соли; затѣмъ мы погружаемъ въ кислоту не слишкомъ тонкіе продольные разрѣзы и нагреваемъ пробирку до тѣхъ поръ, пока не начнетъ выдѣленіе газовъ. Черезъ нѣсколько минутъ послѣ этого, мы выливаемъ все содержимое пробирки въ большую чашку, наполненную водою. Помощью стекляной палочки мы вылавливаемъ плавающіе въ жидкости препараты, переносимъ ихъ въ другой сосудъ съ водою, а затѣмъ въ каплю воды на предметное стеклышко. Мацерацию не слѣдуетъ производить въ томъ помѣщеніи, гдѣ стоятъ микроскопы, въ виду того, что выдѣляющіеся пары вредятъ инструментамъ. Препараты, лежащіе на предметномъ стеклышкѣ, расщепляются при помощи иголокъ и распадаются на отдѣльные, составляющіе ихъ элементы. Если реактивъ поддѣйствовалъ надлежащимъ образомъ, то срединныя пластинки между клѣтками растворились, и отдѣленіе клѣтокъ другъ отъ друга совершается легко. Вслѣдствіе этого мы находимъ подъ ми-

кроскопомъ изолированными всѣ тѣ элементы, которые прежде изучались нами въ соединеніи другъ съ другомъ. Всѣ они большею частью хорошо сохранились, только теперь они лишены почти совершенно древесиннаго вещества и потому отъ хлорцинк-іода окрашиваются большею частью въ фиолетовый цвѣтъ. Прежде всего бросаются намъ въ глаза точечные сосуды, распавшіеся на отдѣльные куски въ мѣстахъ, соотвѣтствующихъ кольцообразнымъ диафрагмамъ. Особенно многочисленны въ такихъ препаратахъ изолированные трахеиды; они представляются удлиненными съ округленными концами и снабжены окаймленными порами. Послѣднія кажутся теперь, при разбухшихъ стѣнкахъ узкими, косо-восходящими щелями; но во всякомъ случаѣ, при установкѣ ихъ оптическаго разрѣза, легко убѣдиться, что щели расшпиряются кнаружи. Тамъ, гдѣ нѣсколько трахеидовъ остаются соединенными между собой, поры представляютъ крестъ, потому что щелевидныя ихъ отверстія въ двухъ соприкасающихся клѣткахъ наклонены въ противоположныя стороны. Кромѣ сосудовъ и трахеидовъ, мы находимъ на нашихъ препаратахъ болѣе тонкостѣнные, снабженные крупными, плоскими порами, клѣтки древесинной паренхимы. Ихъ легко узнать по свернувшемуся грумозному содержанию; мы убѣждаемся, что клѣтки эти, изолируясь, сохраняютъ форму, похожую на форму волокнистыхъ клѣтокъ. Иногда онѣ имѣютъ одну полость, обыкновенно раздѣлены прямыми или косыми поперечными перегородками на нѣсколько другъ надъ другомъ расположенныхъ короткихъ участковъ. Формы съ одной полостью, названныя нами волокнистыми клѣтками, лучше назвать замѣщающими волокнами, въ виду того, что онѣ замѣщаютъ собой древесинную паренхиму. Клѣтки древесинной паренхимы, стоящія другъ надъ другомъ и имѣющія вмѣстѣ форму замѣщающаго волокна, произошли, повидимому, вслѣдствіе поперечнаго дѣленія одной материнской клѣтки. Поперечныя перегородки должны были образоваться весьма рано, въ то время, когда материнская клѣтка была еще тонкостѣнна, потому что теперь онѣ имѣютъ такую же толщину и такія же поры, какъ и боковыя стѣнки; онѣ, слѣдовательно, должны были утолщаться одновременно.

Примѣчаніе къ IX-му упражненію.

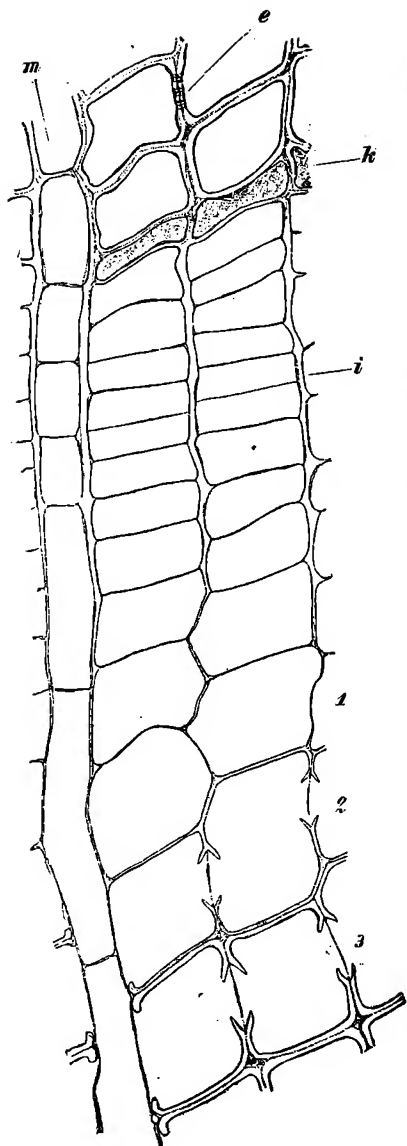
¹⁾ Справ. Russow, Bot. Centralbl. Bd. XIII, pag. 140.

Х. Упражнение.

Строение ствола хвойныхъ.

Обратимся теперь снова къ изслѣдованной уже нами соснѣ (*Pinus silvestris*), съ цѣлью изучить подробно строение ея ствола. Познакомившись съ ростомъ въ толщину у *Aristolochia*, мы приступимъ къ этому изученію съ совершенно инымъ взглядомъ на дѣло. Характернымъ для хвойныхъ является то обстоятельство, что весь вторичный приростъ древесины состоитъ изъ одного рода элементовъ, именно изъ трахеидовъ или, какъ у сосны, изъ трахеидовъ и отдѣльныхъ пучковъ вторичной древесинной паренхимы. Желая найти у хвойныхъ сосуды, нужно искать ихъ въ сердцевинной трубкѣ, въ участкахъ первичной древесины сосудистыхъ пучковъ; это удастся даже въ стволахъ, толщиною въ 10 и болѣе сантиметровъ. На поперечномъ разрѣзѣ окружности сердцевины, отличающейся замѣтной для простаго глаза, болѣе темной окраской, мы видимъ, что внутренне края древесины, вдающіеся въ сердцевину, заняты узкими элементами съ бурыми стѣнками. На тонкихъ радіальныхъ разрѣзахъ того-же участка мы убѣждаемся, что эти элементы суть спиральные сосуды; нѣкоторые изъ нихъ, снабженные одновременно спиральными лентами и окаймленными порами, представляютъ переходъ къ трахеидамъ, имѣющимъ одни только окаймленные поры.

Наше изслѣдованіе должно быть теперь направлено на подробное изученіе камбія, и для этой цѣли мы воспользуемся спиртовымъ матеріаломъ; при рѣзаніи свѣжаго соснового дерева, камбій большею частью разрывается, а изъ сухаго дерева получить хорошіе разрѣзы не легко. Спиртовый матеріалъ мы кладемъ и въ этомъ случаѣ въ смѣсь равныхъ частей алкоголя и глицерина, оставляемъ его тамъ 24 часа, послѣ чего приготовленіе препаратовъ особенно удобно; спиртовый матеріалъ имѣетъ еще то преимущество, что содержимое клетокъ въ немъ фиксировано. Въ виду того, что трахеиды въ позже образовавшихся годовичныхъ кольцахъ крупнѣе, мы возьмемъ для изслѣдованія куски изъ периферій толстаго ствола. Лучше всего, если кусокъ ствола былъ положенъ въ спиртъ въ іюнѣ или въ іюлѣ, т. е. въ такое время, когда камбій находится въ періодъ оживленной дѣятельности, и я предполагаю, что такой



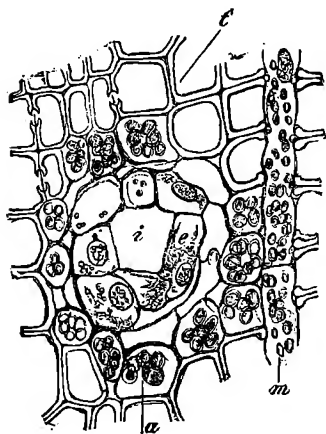
кусокъ ствола имѣется въ распорѣженіи. Наблюдать разрывы мы будемъ въ глицеринѣ, но если-бы мы пожелали подвергнуть ихъ дѣйствию реактивовъ, то предварительно слѣдуетъ обмыть ихъ водою. Начнемъ съ тонкаго поперечнаго разрыва изъ периферіи ствола, разрыва, захватившаго кору, камбій и нѣскольководичныхъ колецъ. Постараемся прежде всего увидѣть на этомъ разрывѣ все то, съ чѣмъ мы познакомились при изученіи окаймленныхъ поръ. Мы видимъ трахеиды, расположенныя радіальными рядами; нѣкоторые изъ рядовъ удваиваются по направлению кнаружи. Очертанія трахеидовъ четырехугольныя, также пяти- и шестиугольныя; осенью они уже и толстостѣнные. Къ этимъ толстостѣннымъ узкимъ элементамъ примыкаютъ прямо безъ переходныхъ формъ слабѣе утолщенные, болѣе широкіе элементы весенняго дерева, вслѣдствіе чего обозначается граница годичнаго кольца, видимая простому глазу. Параллельно радіальнымъ рядамъ трахеидовъ проходятъ узкіе одно-, рѣже многослойные сердцевинные лучи, кѣтки которыхъ по большей части содержатъ крахмалъ. На радіальныхъ стѣнкахъ трахеидовъ расположены окаймленные поры, строеніе которыхъ уже намъ знакомо. Между трахеидами и крахмалоносными кѣтками

Фиг. 46. Часть поперечнаго разрыва болѣе стараго ствола *Pinus silvestris*, прошедшаго черезъ камбій. *i*—иниціальный слой, съ одной стороны камбіа — молодая древесина, съ другой — молодой дубъ. 1, 2, 3 — стадія развитія окаймленной поры; *m* — сердцевинный лучъ; *e* — рѣшетчатая пластинка; *k* — плоскія кѣтки съ бурымъ содержимымъ, заключающія въ послѣдствіи кристаллы.

Увел. 540.

сердцевинныхъ лучей находимъ весьма широкія «полуокаймленные или одностороннія» поры, занимающія стѣнку трахеида почти во всю ея ширину. Поры эти должны быть названы односторонними потому, что кайма развита только въ трахеидѣ; закрывающая ихъ перепонка вдавлена въ трахеидѣ и лишена торуса. Каждая клѣтка сердцевиннаго луча въ томъ мѣстѣ, гдѣ она соприкасается съ тангентальною стѣнкою трахеида, снабжена выдающеюся утолщеною полоскою. (Сравни. сердцевинный лучъ и примыкающіе къ нему трахеиды на фиг. 47). Но разрѣзъ могъ коснуться пояса клѣтокъ сердцевинныхъ лучей, лишенныхъ содержимаго, и тогда эти послѣдніе соединены съ трахеидами двусторонне-окаймленными порами. Въ непосредственномъ соствѣствѣ съ камбіемъ мы замѣчаемъ неразвитые еще трахеиды (фиг. 46), такъ называемое молодое дерево. Толщина клѣточныхъ стѣнокъ быстро уменьшается здѣсь по направленію къ камбіальному слою. Кроме того, на поперечныхъ разрѣзахъ болѣе старыхъ стволовъ мы видимъ, что радіальные стѣнки внутри камбіальнаго пояса снова становятся толще ¹⁾ (такъ, на нашей фиг. 46). То, что мы должны назвать здѣсь камбіемъ, состоитъ изъ инициальнаго слоя (*i*), который теоретически долженъ считаться поряднымъ; вслѣдствіе постоянныхъ тангентальныхъ дѣлений, этотъ слой образуетъ материнскія клѣтки ткани на сторонѣ древесины и на сторонѣ луба, а изъ этихъ послѣднихъ дѣлящіеся материнскія клѣтки, которыя даютъ начало элементамъ древесины и луба. Между инициальнымъ слоемъ и материнскими клѣтками ткани нельзя провести рѣзкой границы. Самыя молодыя перегородки въ камбіѣ отличаются тѣмъ, что непосредственно примыкаютъ къ радіальнымъ боковымъ стѣнкамъ (*i*); напротивъ, болѣе старыя перегородки утолщены немного въ мѣстахъ, которыми они примыкаютъ къ боковымъ стѣнкамъ. На сторонѣ, обращенной къ древесинѣ, удается прослѣдить исторію развитія окаймленныхъ поръ (1, 2, 3). Ряды трахеидовъ продолжаются въ ряды лубовыхъ элементовъ, сохраняющихъ въ началѣ такое же строго радіальное расположеніе. Клѣточные стѣнки на лубовой сторонѣ утолщаются очень быстро и имѣютъ матовобѣлый цвѣтъ, менѣе блестящій, чѣмъ въ древесинѣ. На радіальныхъ стѣнкахъ широкихъ лубовыхъ элементовъ, въ мѣстахъ, соответствующихъ окаймленнымъ порамъ въ древесинѣ, образуются рѣшетчатые поры (*e*); на очень тонкихъ разрѣзахъ видны тонкія отверстія, пронизывающія эти поры. Узкія, преимущественно однослойныя ленты сплюснутыхъ клѣтокъ чередуются съ широкими слоями рѣшетчатыхъ трубокъ; эти узкія ленты состоятъ изъ лубовой паренхимы; большая часть ея клѣтокъ отличается сильно преломляющимъ свѣтъ бурнымъ содержимымъ (*k*). Въ нѣкоторыхъ, болѣе удаленныхъ отъ камбія клѣткахъ замѣтны въ содержимомъ одинъ или два кристалла. Такъ какъ

у сосны образуется ежегодно только одна такая лента лубовой паренхимы, то по числу ихъ можно опредѣлить возрастъ отдѣльных лубовыхъ участковъ. Между кристаллоносными клѣтками лежатъ клѣтки, наполненные крахмаломъ; какъ тѣ, такъ и другія разбѣяны между рѣшетчатыми трубками или одиночно или группами. Сердцевинные лучи (*m*) продолжаются изъ древесины черезъ камбій въ лубъ, включая и здѣсь крахмалъ въ нѣкоторой части своихъ клѣтокъ. Только одинъ, сравнительно узкій поясъ луба состоитъ изъ тургесцирующихъ элементовъ, сохраняющихъ первоначальное свое расположение. За этимъ поясомъ радіальные ряды изгибаются, клѣточные стѣнки бурѣютъ; полости клѣтокъ представляются сплюснутыми, и ихъ радіальные перегородки—волнистыми. Только крахмалоносныя клѣтки луба и сердцевиннаго луча значительно вздуваются, округляются и принимаютъ видъ болѣе или менѣе шарообразныхъ, крахмаломъ наполненныхъ элементовъ; затѣмъ рѣшетчатые трубки и кристаллоносныя клѣтки являются окончательно раздавленными, растянутыми въ тангентальномъ направленіи, и въ видѣ слоистыхъ перепонокъ, отдѣляющихъ крупныя крахмалоносныя клѣтки другъ отъ друга. Изъ этихъ послѣднихъ исключительно состоитъ вѣшняя кора. Въ наружныхъ частяхъ коры мы наталкиваемся на узкія полоски пробки и на мертвую побурѣвшую ткань, отдѣленную этими полосками.



Фиг. 47. Смоляной ходъ въ древесинѣ *Pinus silvestris* *i*—ходъ, наполненный смолой; *e*—огибающія его эпителии; *a*—крахмалоносныя клѣтки; *t*—трахеиды; *m*—клетка сердцевиннаго луча. Увел 240.

Мы не упоминали до сихъ поръ о пучкахъ древесинной паренхимы, встрѣчаемыхъ на всякомъ поперечномъ разрѣзѣ и заключающихъ постоянно смоляные ходы (фиг. 47); послѣдніе на спиртовыхъ препаратахъ теряютъ свое смолистое содержимое. Поперечный разрѣзъ древесины пересѣкаетъ смоляныя поры поперекъ. Каждый изъ этихъ смоляныхъ ходовъ представляютъ собою межклеточный ходъ (*i*), окруженный крупными тонкостѣнными клѣтками (эпителиальными клѣтками); онѣ имѣютъ бурныя стѣнки и заключаютъ крупное ядро и стѣнкоположный слой протопласмы. Къ нимъ примыкаетъ второй слой подобныхъ же клѣтокъ, нѣсколько сплюснутыхъ и содержащихъ меньшее количество содержимаго; далѣе слѣдуетъ слой крупныхъ клѣтокъ древесинной паренхимы, содержащихъ крахмалъ (*a*); этотъ слой мѣстами

удваивается и граничитъ или съ трахеидами или съ сердцевиннымъ лучемъ. Исторія развитія показываетъ, что смоляные ходы образуются здѣсь шизогенно, т. е. вслѣдствіе расхожденія клѣтокъ, находившихся въ непосредственномъ соприкосновеніи.

Для сравненія сдѣлаемъ теперь разрѣзъ свѣжей сосновой древесины, и констатируемъ, что смоляные ходы наполнены смолою. Последняя является на препаратахъ въ видѣ сильно преломляющихъ свѣтъ, тягучихъ капель, пмѣющихся часто неправильныя очертанія. Если прибавить немного алкоголя, то капельки смолы тотчасъ исчезаютъ. Мы можемъ получить характерное окрашиваніе смолы посредствомъ краснаго пигмента альканны ²⁾, которую мы употребили уже для окрашиванія жира. Съ этой цѣлью сдѣлаемъ поперечный разрѣзъ древесины сосны и помѣстимъ его въ каплю воды на предметное стеклышко; затѣмъ приготовимъ подобный же тонкій разрѣзъ изъ корки сухаго корня альканны, удалимъ приставшія къ нему частицы и помѣстимъ его на прежній нашъ разрѣзъ сосновой древесины; далѣе покроемъ оба разрѣза покровнымъ стеклышкомъ, прибавимъ у края его каплю 50% алкоголя и оставимъ объектъ на нѣкоторое время ($\frac{1}{2}$ ч. — 1 ч.). По прошествіи этого времени, снявъ разрѣзъ корня альканны и изслѣдуя разрѣзъ нашей древесины, увидимъ, что смола окрасилась въ красивый темно-красный цвѣтъ, между тѣмъ какъ другія части препарата остались безцвѣтными.

На поперечныхъ разрѣзахъ изъ спиртоваго матеріала, обработанныхъ хлор-цинк-іодомъ, стѣнки трахеидовъ окрашиваются въ желтобурый цвѣтъ, самыя же внутренніе слои утолщенія, прилегающіе къ граничной перепонкѣ, получаютъ отчасти фіолетовое окрашиваніе. Вблизи камбія, въ трахеидахъ, не достигшихъ еще полнаго развитія, легко наблюдать протоплазматическое содержимое и клѣточное ядро; также легко убѣдиться, что трахеиды, по достиженіи ими полнаго развитія, теряютъ свое содержимое. Камбій вмѣстѣ съ самими молодыми, прилегающими къ нему клѣтками, получилъ свѣтло-фіолетовое окрашиваніе; въ темно-фіолетовый цвѣтъ окрасились стѣнки болѣе старыхъ лубовыхъ элементовъ. Содержимое кристаллоносныхъ клѣтокъ осталось бурымъ; клѣтки перидермы кажутся теперь красно-бурыми; чрезвычайно тонкія внутреннія стѣнки клѣтокъ, окружающихъ смоляной ходъ, окрашиваются большей частью въ грязно-фіолетовый цвѣтъ. Тщательное изслѣдованіе показываетъ, что замыкающая перепонка односторонне-окаймленныхъ поръ окрашена въ фіолетовый цвѣтъ, между тѣмъ какъ такая же перепонка двустороннихъ поръ остается безцвѣтной ³⁾. Если теперь мы примѣнимъ къ дѣлу изученныя нами раньше реакціи на древесинное вещество и станемъ изслѣдовать разрѣзы, захватившіе камбій, то легко убѣдимся, что, по мѣрѣ прибли-

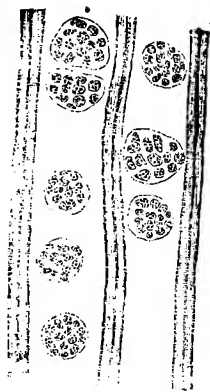
женія къ камбію, реакціи эти постепенно слабѣютъ; также и кораллинъ, сообразно своимъ извѣстнымъ уже намъ свойствамъ, долженъ окрашивать одревеснѣвшія клѣтки, иначе, нежели неодревеснѣвшія. Въ самомъ дѣлѣ, погружая разрѣзы на нѣкоторое время въ кораллинъ-соу и изслѣдуя ихъ затѣмъ въ глицеринѣ, мы получимъ весьма красивыя и поучительныя картины; одревеснѣвшія оболочки окрашиваются въ интенсивный красный цвѣтъ, который по направленію къ камбію исчезаетъ и переходитъ въ слабо-желтый. Въ лубѣ клѣточные стѣнки имѣютъ блѣдную, красновато-желтую окраску; въ интенсивный розовый цвѣтъ окрашены рѣшетчатыя пластинки, въ особенности тамъ, гдѣ онѣ покрыты мозолистымъ веществомъ. —Такъ какъ крахмалныя зерна также окрашиваются отъ кораллина въ розовый цвѣтъ, то въ наружныхъ частяхъ луба они выступаютъ необыкновенно рѣзко.

Приготовимъ теперь радіальный разрѣзъ изъ спиртового матеріала. Разрѣзъ этотъ показываетъ намъ древесину, состоящую изъ вытянутыхъ, на обоихъ концахъ заостренныхъ и этими концами соприкасающихся трахеидовъ, съ окаймленными порами. Видъ окаймленной поры плоскости уже намъ знакомъ. Въ самыхъ узкихъ осеннихъ трахеидахъ поры эти очень маленькія и немногочисленны. Поперекъ трахеидовъ проходятъ клѣтки сердцевинныхъ лучей; послѣдніе имѣютъ болѣею частью незначительную высоту, но встрѣчаются лучи высотой въ 16 клѣтокъ. Они состоятъ ⁴⁾ изъ вытянутыхъ радіально и расположенныхъ въ непрерывный рядъ клѣтокъ; клѣтки, лежащія посрединѣ, содержатъ крахмалъ и на сторонахъ, обращенныхъ къ трахеидамъ, снабжены крупными, плоскими, односторонне-окаймленными порами. Верхніе и нижніе ряды клѣтокъ (1—3) не заключаютъ содержимаго, снабжены маленькими окаймленными порами и своеобразными, имѣющими форму зубцовъ, полосками на тангентальныхъ стѣнкахъ. Такіе ряды клѣтокъ могутъ встрѣчаться и въ средней части очень высокыхъ сердцевинныхъ лучей. По своимъ порамъ и по отсутствію живаго содержимаго, клѣтки эти походятъ на древесинные трахеиды и на этомъ основаніи могли бы быть даже названы трахеидами; но это названіе мы лучше сохранимъ исключительно для элементовъ, встрѣчающихся въ древесинной части сосудистыхъ пучковъ. Радіальный продольный разрѣзъ могъ захватить случайно пучокъ вторичной древесинной паренхимы и обнажить, лежащій въ немъ, смоляной ходъ; окружающія этотъ ходъ паренхиматическія клѣтки вдаются въ него въ видѣ сводовъ, ширина ихъ почти равна высотѣ, между тѣмъ какъ болѣе отдаленныя значительно выше. Въ самыхъ крупныхъ сердцевинныхъ лучахъ мы находимъ смоляной ходъ, проходящій горизонтально, и можемъ убѣдиться, что такіе горизонтальные смоляные ходы находятся въ соединеніи съ вертикальными. Камбій,

разсматриваемый въ профиль, обнаруживаетъ узкія, вытянутыя клѣтки, соприкасающіяся между собой болѣе или менѣе наклоненными конечными плоскостями; изъ нихъ образуются элементы древесины и луба; кромѣ того въ камбѣ мы видимъ болѣе низкія и болѣе широкія клѣтки, которые на обѣихъ сторонахъ переходятъ въ сердцевинные лучи.

Для изученія рѣшетчатыхъ поръ ⁵⁾ воспользуемся снова спиртовымъ матеріаломъ; приготовленные разрѣзы погрузимъ на нѣсколько минутъ въ водный растворъ анилиновой сини ⁶⁾ и затѣмъ перенесемъ ихъ въ глицеринъ; послѣдній извлекаетъ красящее вещество изъ всѣхъ частей разрѣза, за исключеніемъ только рѣшетчатыхъ поръ. Послѣ этого нѣтъ никакой возможности просмотрѣть подъ микроскопомъ рѣшетчатыя поры. Ихъ красивая синія окраска на столько прочна, что отлично сохраняется въ препаратахъ. Мы находимъ рѣшетчатыя поры уже въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ камбіемъ и можемъ прослѣдить ихъ до того мѣста, гдѣ рѣшетчатыя трубки являются раздавленными, и поры вслѣдствіе этого потеряли свое радіальное положеніе; впрочемъ рѣшетчатыя поры теряютъ раньше способность окрашиваться. Рѣшетчатыя трубки имѣютъ форму камбіальныхъ клѣтокъ. Рѣшетчатыя поры встрѣчаются только на ихъ радіальныхъ стѣнкахъ, подобно окаймленнымъ порамъ трахеидовъ. Рѣшетчатыя поры меньше окаймленныхъ; онѣ представляются въ видѣ круглыхъ или овальныхъ пятенъ, раздѣленныхъ на неопредѣленное число угловатыхъ, мелко-точечныхъ участковъ (фиг. 48). На нѣкоторомъ разстояніи отъ камбія рѣшетчатыя поры покрыты однороднымъ, окрашеннымъ въ блестящій лазуревый цвѣтъ, веществомъ. Это — мозолистая пластинка; въ послѣдствіи она снова растворяется, рѣшетчатая пора обнажается и теряетъ вообще способность окрашиваться; рѣшетчатыя трубки тогда уже недѣйствительны. Не трудно убѣдиться, что дѣйствительныя рѣшетчатыя трубки содержатъ протоплазматическое содержимое, но весьма интересно то обстоятельство, что въ нихъ нѣтъ клѣточного ядра: оно исчезаетъ уже въ молодыхъ трубкахъ.

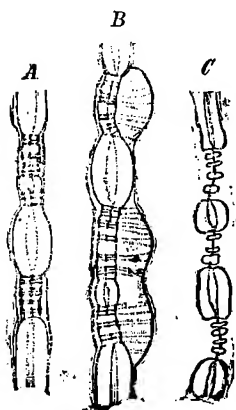
Кристаллоносные мѣшки луба стлчаются на продольномъ разрѣзѣ своимъ бурымъ содержимымъ; они сравнительно коротки, примыкаютъ другъ къ другу преимущественно прямыми поперечными перегородками и образуются повидимому вслѣдствіе поперечнаго дѣленія камбіальныхъ клѣтокъ; они содержатъ многочисленные призматическіе кристаллы, распо-



Фиг. 48. *Pinus silvestris* Части двухъ рѣшетчатыхъ трубокъ съ рѣшетчатыми порами.
Увел. 540.

ложенные одинъ подлѣ другаго и одинъ надъ другимъ. Кромѣ того замѣчаются еще крахмалоносныя клѣтки; онѣ короче кристаллоносныхъ, лежатъ другъ надъ другомъ въ видѣ нитей и нерѣдко вставлены между кристаллоносными клѣтками одиночно или длинными рядами; эти крахмалоносныя клѣтки въ послѣдствіи значительно вздуваются. Переходъ сердцевинныхъ лучей изъ древесины въ лубъ наблюдать весьма легко; они сохраняютъ тамъ главные черты своего строенія, теряютъ однако свои характерныя поры. Внутренніе крахмалоносныя ряды клѣтокъ сопровождаются большею частью вверху и внизу клѣтками, лишенными крахмала; эти послѣднія уже и выше крахмалоносныхъ клѣтокъ, теряютъ вскорѣ свое содержимое и спадаются. Всѣ элементы сердцевиннаго луча остаются въ лубѣ тонкостѣнными. Горизонтальные смоляные ходы внутри толстыхъ древесинныхъ лучей также переходятъ изъ древесины въ лубъ.

Тангентальный продольный разрѣзъ, который мы приготовимъ также изъ спиртоваго матеріала, долженъ быть сдѣланъ по меньшей мѣрѣ въ двухъ мѣстахъ: въ древесинѣ и въ лубѣ. Разрѣзъ древесины



Фиг. 49. *Pinus sylvestris*. Части стѣнокъ рѣшетчатой трубки послѣ обработки хлорпикн-йодомъ. А — перелъ образованіемъ мозолистой пластинки; В — послѣ ея образованія; С — изъ недѣлительной рѣшетчатой трубки.

Увел. 540.

можетъ коснуться и вертикальнаго смолянаго хода, который тогда представится въ въ такомъ видѣ, какъ на радіальномъ продольномъ разрѣзѣ. Получить разрѣзъ луба, отвѣчающій поставленнымъ нами требованіямъ, не легко. Мы вынуждены сдѣлать большое число послѣдовательныхъ разрѣзовъ, начиная съ болѣе старыхъ участковъ луба, пока не достигнемъ молодаго дерева. Разрѣзы эти мы просмотримъ при слабомъ увеличеніи и отыщемъ такіе, которые содержатъ дѣятельныя рѣшетчатые трубки. Для ориентированія послужатъ намъ мозолистыя пластинки, которыя, въ видѣ прилегающихъ къ стѣн-

камъ и сильно преломляющихъ свѣтъ утолщеній, легко бросаются въ глаза безъ всякаго окрашиванія и при слабомъ увеличеніи. Лучше всего изучать разрѣзы рѣшетчатыхъ поръ въ хлор-цинк-іодъ, къ которому прибавлено равное количество разбавленнаго пополамъ водою, раствора іода въ іодистомъ калиѣ. Рѣшетчатая пора имѣетъ здѣсь такой же видъ, какъ и на поперечномъ разрѣзѣ, только число разрѣзанныхъ поръ здѣсь больше и потому легче найти удачный разрѣзъ. Скорѣе всего можно найти такой разрѣзъ на краяхъ препарата. Рѣшетчатые поры (фиг. 49, A) видны въ профиль въ разрѣзанной ножомъ радіальной стѣнкѣ рѣшетчатой трубки. Самыя стѣнки разбухли немного въ хлор-цинк-іодѣ и приняли фіолетовую окраску. Рѣшетчатая пора, если она принадлежала дѣятельной рѣшетчатой трубкѣ, окрашена въ красно-бурый цвѣтъ. Окрашиваніе это зависитъ отъ нитей протоплазмы, проникающихъ съ обѣихъ сторонъ въ отверстія рѣшетки; получается такая картина, какъ будто рѣшетчатая пора пронизана красно-бурыми шпильками (ср. фиг.). Мозолистыя пластинки (B) окрасились въ красно-бурый цвѣтъ, если только растворъ хлор цинк-іода не былъ слишкомъ концентрированъ и не подѣйствовалъ растворяющимъ образомъ. Рѣшетчатые поры недѣятельныхъ рѣшетчатыхъ трубокъ (C) кажутся свѣтло-фіолетовыми; протоплазматическія нити и мозолистыя пластинки въ нихъ исчезли.—Если такой тангентальный продольный разрѣзъ мы окрасимъ анилиновой синью и станемъ изслѣдовать его въ глицеринѣ, то намъ бросятся въ глаза блестящія синія мозолистыя пластинки. Мы легко можемъ прослѣдить наростаніе ихъ съ одной стороны и исчезновеніе — съ другой.*

Примѣчаніе къ X-му упражненію.

¹⁾ Sanio, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. IX p. 51; E. Strasburger, Zellhäute, pag. 39.

²⁾ По N. J. C. Müsler, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XIII p. 140.

³⁾ Russow, Bot. Centralbl. Bd. XIII, p. 140.

⁴⁾ Подробности у de Bary, vergl. Anatomie 505.

⁵⁾ Janczewski, Mém. de la soc. nat. de Cherbourg. Vol. XVIII, p. 260; E. Strasburger, Zellhäute, p. 57, Russow, Dorp. naturf. Gesellsch. 17 Febr. 1882, p. 264.

⁶⁾ K. Wilhelm, Beiträge zur Kenntniss des Siebröhrenapparates 1880, p. 36: Russow. Stzber. d. Dorp; naturf. Gesellsch. 1881, p. 63.

⁷⁾ Kny, Anat. d. Holzes von Pinus silvestris Bot. Wandtafeln VI, Abthg.

XI. Упражнение.

Строение ствола липы; биколлатеральные сосудистые пучки тычевных; рѣшетчатые трубки.

Для дальнѣйшаго изслѣдованія мы избираемъ липу (*Tilia parvifolia*). На поперечномъ разрѣзѣ вѣтви толщиной въ 5 *mm.* мы видимъ сердцевину, состоящую изъ крупныхъ клѣтокъ, содержащихъ воздухъ и расположенныхъ въ видѣ розетокъ вокругъ одиночныхъ, болѣе узкихъ клѣтокъ, съ бурнымъ, мелко-зернистымъ содержимымъ. Въ наружныхъ частяхъ сердцевины лежатъ вѣстилища гумы, образуя пустоты въ паренхиматической ткани, лишенные уже содержимаго. По краямъ сердцевина состоитъ изъ маленькихъ клѣтокъ съ мелко-зернистымъ содержимымъ, и въ эту мелко-клѣтчатую ткань вдаются первичные древесинные участки сосудистыхъ пучковъ. Развертывающіеся спиральные сосуды этихъ участковъ замѣтны уже на поперечномъ разрѣзѣ по выступающимъ тамъ и сямъ лентамъ. На поперечномъ разрѣзѣ вѣтки въ 5 *mm.* толщиной мы насчитываемъ приблизительно пять годичныхъ колецъ, при чемъ можетъ случиться, что слѣдующія другъ за другомъ годичныя кольца имѣютъ различную толщину. Весною образуются крупные сосуды и, располагаясь тѣсно другъ подлѣ друга, обозначаютъ границу колецъ. Позже широкіе сосуды образуются одиночно или отдѣльными группами; въ послѣднихъ фазахъ періода развитія камбій образуетъ только узкіе элементы. По другую сторону камбія прежде всего бросаются въ глаза клинообразно заостренные участки луба; въ нихъ мы замѣчаемъ чередованіе тангентально расположенныхъ бѣлыхъ и темныхъ полосокъ. Блестящія бѣлыя полоски состоятъ изъ многочисленныхъ, плотно соединенныхъ лубовыхъ волоконъ, стѣнки которыхъ утолщаются почти до исчезновенія полости; полость каждой клѣтки представляется въ видѣ черной точки; полоски имѣютъ неправильныя очертанія и нерѣдко прерываются. Темныя полоски, лежащія между бѣлыми, состоятъ изъ узкихъ крахмалоносныхъ клѣтокъ, примыкающихъ преимущественно къ лубовымъ волокнамъ. Это лубовая паренхима; кромѣ того, по срединѣ полосокъ лежатъ элементы съ широкими полостями — рѣшетчатые трубки. Маленькія клѣтки, лежащія подлѣ рѣшетчатыхъ трубокъ, суть сопровождающія клѣтки. Число вторичныхъ полосокъ, состоя-

щихъ изъ лубовыхъ волоконъ, вдвое больше числа годовичныхъ колецъ въ древесинѣ. За исключеніемъ двухъ первыхъ лѣтъ, ежегодно образуются двѣ такія полоски. Наружный край разрыва занятъ первичнымъ склеренхиматическимъ пучкомъ, не уклоняющимся отъ вторичныхъ лубовыхъ пучковъ. Первичные сердцевинные лучи въ древесинѣ состоятъ большей частью изъ двухъ рядовъ клѣтокъ, иногда изъ бѣльшаго числа; вторичные сердцевинные лучи состоятъ всегда только изъ одного ряда. Мы можемъ прослѣдить сердцевинные лучи черезъ камбій вплоть до первичной коры, геср луба. Концы первичныхъ лучей значительно расширяются, раздѣляютъ клиновидные участки луба и сами имѣютъ форму клиньевъ, расположенныхъ въ обратномъ порядкѣ. Многочисленные тангентальныя дѣленія, происходящія въ этихъ концахъ сердцевинныхъ лучей, обусловили распределение клѣтокъ въ тангентальные ряды; наружные края сердцевинныхъ лучей и первичныя части луба погружены въ ярко-зеленую первичную кору; въ этой послѣдней, а также въ наружныхъ частяхъ сердцевинныхъ лучей разбросаны многочисленные друзы кристалловъ. Далѣе снаружы слѣдуютъ хлорофиллоносныя, колленхиматическія клѣтки, отличающіяся бѣлыми, утолщенными въ углахъ, стѣнками. Поверхность ствола покрыта правильно-развитой перидермой; плоскія ея клѣтки, соответственно своему возрасту, т. е. изнутри снаружы кажутся постепенно все болѣе и болѣе бурыми.

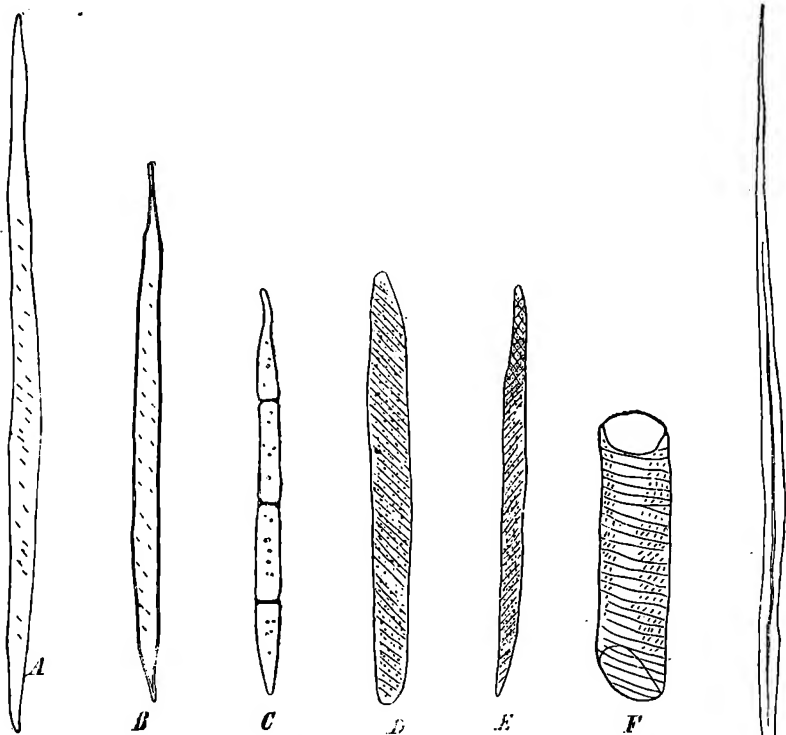
На радіальномъ продольномъ разрывѣ мы убѣждаемся, что сосуды вторичной древесины снабжены окаймленными порами и заключаютъ кромѣ того между порами спиральныя ленты, въ видѣ сааго внутренняго - слоя утолщенія. Соприкасающіеся между собой концы сосудовъ раздѣлены косвенной перегородкой, продыравленной однимъ большимъ отверстіемъ. Кромѣ сосудовъ мы находимъ въ осеннемъ деревѣ трахеиды, связанные съ сосудами цѣлымъ рядомъ промежуточныхъ формъ; они утолщены, подобно сосудамъ, но на обоихъ концахъ заострены и замкнуты. Между сосудами и трахеидами лежатъ удлиненные, заостренные на концахъ «древесинныя волокна» (лубовидныя волокна), снабженные немногочисленными, маленькими, слабо окаймленными порами; тутъ-же находимъ узкія клѣтки древесинной паренхимы, содержащія капельки масла и крахмалъ, съ простыми порами; клѣтки раздѣлены прямыми поперечными перегородками также пористыми. Древесинныя волокна длиннѣе трахеидовъ; они лишены содержимаго, содержатъ только воду и по своей физиологической функціи во всякомъ случаѣ близки къ трахеидамъ. Поры древесинныхъ волоконъ соединены съ полостью клѣтки узкой щелью; такія щели въ двухъ соприкасающихся клѣткахъ наклонены въ противоположныя стороны, а потому при средней установкѣ объектива мы видимъ маленькій крестъ. Въ этихъ

древесинныхъ волокнахъ, какъ во всѣхъ почти механическихъ элементахъ (стереидахъ), щелевидныя поры расположены по спиральной линіи, восходящей влѣво ¹⁾. На стѣнкахъ сосудовъ крупныя поры развиваются въ большомъ числѣ только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ сосудъ граничитъ съ другимъ сосудомъ или съ трахеномъ; стѣнки, соприкасающіяся съ древесинными волокнами, снабжены такими-же маленькими порами, какъ и эти волокна; тамъ, гдѣ сосудъ граничитъ съ клѣтками древесинной паренхимы, замѣчаются также своеобразныя измѣненія въ строеніи поръ: поры являются окаймленными только на сторонѣ сосуда. Осеннія древесинныя волокна особенно узки. Сердцевинные лучи проходятъ по древесинѣ въ видѣ поперечныхъ полосокъ значительной высоты; они состоятъ изъ прямоугольныхъ, радіально растянутыхъ клѣтокъ, содержащихъ крахмалъ и усѣянныхъ на тангентальныхъ своихъ стѣнкахъ множествомъ поръ. Въ лубѣ мы находимъ очень длинныя, сильно утолщенные и заостренныя на концахъ, бѣлыя лубовыя волокна; между пучками этихъ волоконъ короткія, раздѣленныя поперечными перегородками, паренхиматическія клѣтки, содержащія крахмалъ и мѣстами также призматическія кристаллы; далѣе рѣшетчатыя трубки, сѣтовидныя пластинки которыхъ, занимая наклонное положеніе, раздѣлены поперечными перекладинами на многочисленные участки. Кроме того, нѣкоторый интересъ представляетъ колленхима и пробка; впрочемъ, въ виду того, что ширина колленхиматическихъ и пробковыхъ клѣтокъ равна ихъ высотѣ, продольный ихъ разрѣзъ схожъ во всѣхъ отношеніяхъ съ разрѣзомъ поперечнымъ.

Тангентальный продольный разрѣзъ подтверждаетъ нашъ выводъ относительно значительной высоты отдѣльныхъ сердцевинныхъ лучей, сдѣланный нами при изученіи радіальнаго разрѣза. Сердцевинные лучи или однослойны, или посрединѣ состоятъ изъ двухъ слоевъ; въ остальномъ мы находимъ здѣсь тѣ-же элементы, какъ и на радіальномъ разрѣзѣ.

Послѣ изученія продольныхъ разрѣзовъ, вернемся снова къ разрѣзу поперечному; намъ будетъ теперь легко понять строеніе древесины. Главная масса древесины состоитъ изъ древесинныхъ волоконъ; въ осеннемъ деревѣ встрѣчаются лишь эти волокна, при чемъ они представляются болѣе плоскими. Поры древесинныхъ волоконъ трудно поддаются наблюденію; у основанія онѣ окаймлены. Сосуды и трахеиды мы узнаемъ по ихъ окаймленнымъ порамъ, которыя особенно многочисленны въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ эти элементы соприкасаются другъ съ другомъ; на поперечномъ разрѣзѣ нельзя провести рѣзкой границы между сосудами и трахеидами. Клѣтки древесинной паренхимы отличаются незначительной шириной; онѣ располагаются преимущественно вокругъ сосудовъ, но встрѣчаются оди-

ночно между другими элементами. Древесинную паренхиму можно узнать по содержанію въ ней крахмала (реакція на іодъ), но только на толстыхъ мѣстахъ разрѣза, такъ какъ на тонкихъ



Фиг 50. *Tilia parvifolia*. Элементы вторичной древесины и луба, изолированные посредствомъ мацерации. А и В—древесинныя волокна (лубовидныя волокна или либриформъ); С—древесинная паренхима; D и Е—трахеиды; F—части сосуда; G—лубовое волокно. Увел. 180.

мѣстахъ крахмальные зерна переносятся бритвой и на другія клетки.

Хлор-цинк-іодъ окрашиваетъ древесинныя участки въ желто-бурый цвѣтъ, камбій — въ фіолетовый; въ лубѣ замѣчается чередованіе фіолетовыхъ тонкостѣнныхъ участковъ съ блѣдно желтыми толстостѣнными лубовыми волокнами; удлиненные сердцевинные лучи и первичная кора принимаютъ фіолетовую окраску, пробка становится красно бурой.

Коралинъ окрашиваетъ древесину въ вишнево-красный цвѣтъ, лубовыя волокна—въ красивый розово-

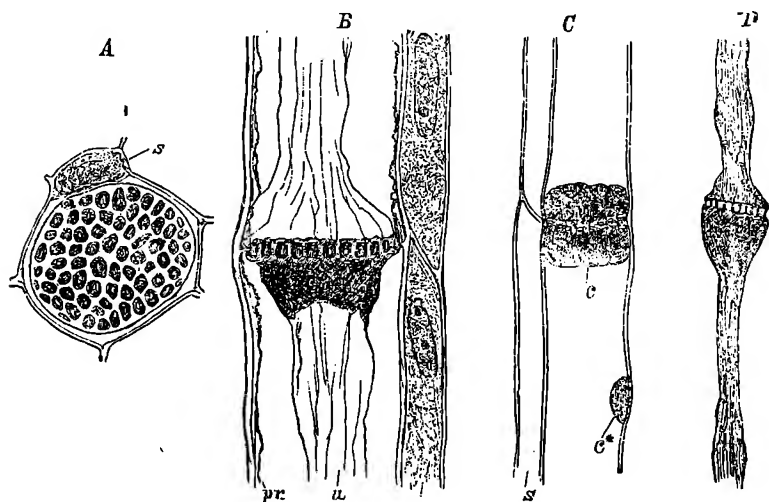
красный цвѣтъ. Рѣшетчатая пластинка, окрашенная въ рыжеватый цвѣтъ, рѣзко выдѣляется и на поперечномъ разрѣзѣ.

Въ виду тѣхъ трудностей, которыя представляетъ изученіе вторичной древесины, мы принѣмѣмъ къ дѣлу маперацию и будемъ наблюдать элементы изолированными. Мы поступимъ также, какъ и съ *Aristolochia* (стр. 107) и постараемся расщеплять мацерированный разрѣзъ помощью иголокъ. Мы найдемъ въ такихъ препаратахъ цѣлыя массы древесинныхъ волоконъ (фиг. 50, *A* и *B*); поры ихъ, вслѣдствіе разбуханія стѣнокъ, кажутся еще меньше; онѣ целевидны и расположены по косо-восходящей линіи. Между древесинными волокнами лежатъ короткія паренхиматическія клѣтки, отличающіяся своимъ содержимымъ; онѣ или одиночны, или болѣею частью соединены въ нити, по внѣшнему очертанію похожія на древесинныя волокна (*C*); далѣе находимъ немногочисленные трахеиды, снабженные спиральными лентами и по формѣ представляющіе сходство или съ древесинными волокнами (*E*), или съ сосудами (*D*); наконецъ, находимъ сосуды, или распавшіеся на членики (*F*), или въ видѣ длинныхъ трубокъ. Мы замѣчаемъ также въ препаратѣ очень длинныя лубовыя волокна, съ чрезвычайно узкимъ просвѣтомъ (*G*). Внимательное изученіе трахеидовъ и сосудовъ убѣждаетъ насъ въ томъ, что целевидныя отверстія поръ и спиральныя ленты наклонены въ противоположныя стороны; въ болѣе широкихъ сосудахъ отверстія поръ наклонены болѣе отвѣсно, чѣмъ спиральныя ленты; въ узкихъ трахеидахъ наклонъ ихъ почти одинаковъ. Какъ было уже сказано, трахеиды могутъ представлять большое сходство съ сосудами. И въ самомъ дѣлѣ, едва-ли можно найти различіе между самыми широкими трахеидами и самыми узкими сосудами. Рѣшающее значеніе въ отлѣльных случаяхъ могло-бы имѣть то обстоятельство, продыравлены-ли данный элементъ на своихъ концахъ, или нѣтъ. Въ виду того однако, что рѣшеніе подобнаго вопроса часто представляетъ большія трудности мы оставимъ его безъ дальнѣйшаго разсмотрѣнія. Фактически рѣшеніе этого вопроса не имѣетъ особеннаго значенія потому, что между сосудами и трахеидами существуютъ переходныя формы, какъ мы убѣдились на нашемъ примѣрѣ. Называя данную форму тѣмъ или другимъ именемъ, мы руководствовались внѣшней ея формою и въ сомнительныхъ случаяхъ называли трубчатая формы—сосудами, волокнистыя—трахеидами.

У всѣхъ почти представителей семейства тыквенныхъ, изъ которыхъ мы возьмемъ для изслѣдованія *Cucurbita Pepo*, сосудистыя пучки имѣютъ двѣ лубовыя части: одну на внѣшней, другую на внутренней сторонѣ древесины. Эти пучки построены биколлатерально. Наружный участокъ луба отдѣленъ отъ древесины камбіемъ, внутренній непосредственно къ ней приле-

гасть. Желая найти вполне развитые сосудистые пучки, мы должны изслѣдовать стебли, толщиною по меньшей мѣрѣ въ 8 *mm.*, слѣдовательно, такіе участки, которые лежатъ приблизительно на растояніи $\frac{1}{2}$ метра отъ точки роста; въ участкахъ стебля, имѣющихъ 5—6 *mm.* толщины и лежащихъ, слѣдовательно, ближе къ точкѣ роста, самые большіе сосуды еще не готовы. Мы будемъ изслѣдовать прежде всего спиртовый матеріалъ въ виду представляемыхъ имъ удобствъ. Сосудистый пучекъ не имѣетъ влагалища и не ограниченъ рѣзко отъ окружающей основной ткани. Можно впрочемъ получить лучше очерченныя картины, подвергалъ разрѣзы непродолжительному дѣйствію анилиновой сини и изслѣдуя ихъ затѣмъ въ глицеринѣ. Части сосудистаго пучка окрашиваются при этомъ темнѣ основной ткани. Если не обращать вниманія на внутреннія части луба, то получаемая здѣсь картина столь близка къ знакомымъ уже намъ пучкамъ двудольныхъ, какъ у *Ranunculus* и *Chelidonium*, что разобраться въ ней намъ будетъ не трудно. Разсмотримъ прежде всего поперечный разрѣзъ вполне развитаго сосудистаго пучка съ готовымъ уже сосудами и постараемся найти нормальный случай, когда пучокъ заключаетъ два самые большіе сосуда. Сосуды эти принадлежатъ къ числу широчайшихъ изъ извѣстныхъ намъ сосудовъ вообще. Между ними лежатъ довольно шпрокіл, болѣею частью радіально растянутыя, клѣтки первичной древесинной паренхимы. Ихъ стѣнки утолщены такъ же сильно, какъ и стѣнки сосудовъ, и утолщеніе явственно съѣдчатое. Далѣе внутрь слѣдуетъ сосуды, поперечникъ которыхъ становится постепенно все меньше и меньше. Между этими сосудами лежитъ тонкостѣнная первичная древесинная паренхима, продолжающаяся далѣе, самыхъ внутреннихъ сосудовъ; къ ней, наконецъ, примыкаетъ внутренній участокъ луба, состоящій изъ широкихъ рѣшетчатыхъ трубокъ, узкихъ сопровождающихъ клѣтокъ и нѣсколько болѣе широкихъ клѣтокъ лубовой паренхимы. Здѣсь часто представляется случай наблюдать сверху поперечно-расположенныя рѣшетчатыя пластинки (фиг. 51, А). Сопровождающія клѣтки (s), благодаря окрашенному въ темносиній цвѣтъ содержанию, выступаютъ особенно рѣзко. На внѣшней сторонѣ древесины видны тонкостѣнные, радіально расположенныя камбіальныя клѣтки, слѣдующія непосредственно за обоими крупными сосудами и лежащей между послѣдними толстостѣнной древесинной паренхимой. Затѣмъ слѣдуетъ внѣшняя лубовая часть, имѣющая такое же строеніе, какъ и внутренняя. Въ обѣихъ лубовыхъ частяхъ рѣшетчатыя пластинки (если таковыя захвачены разрѣзомъ) легко узнаются, благодаря тому, что онѣ раздѣлены на участки. Смотря по стадіи развитія рѣшетчатой пластинки, участки эти продырявлены болѣе или меньшей величины отверстіями. Въ болѣе старыхъ рѣшет-

чатыхъ трубкахъ отверстія уже и выстланы сильно преломляющимъ свѣтъ веществомъ (такъ въ *A*, фиг. 51). Часто рѣшетчатая пластинка покрыта комкомъ вещества, окрашеннаго въ фиолетово-синій цвѣтъ. Въ узкихъ рѣшетчатыхъ трубкахъ, лежащихъ на краяхъ (наружномъ и внутреннемъ), сосудистаго пучка, разрывъ отдѣляетъ нерѣдко мозолистую пластинку, имѣющую видъ однородной массы, красиваго небесно синяго цвѣта. Производя болѣе глубокую установку такой мозолистой пластинки, мы можемъ доказать существованіе въ ней сѣти, принадлежащей рѣшетчатой пластинкѣ. Разсматривая поперечный разрывъ



Фиг. 51. *Cucurbita Pepo*. Части рѣшетчатыхъ трубокъ. *A*—въ поперечномъ разрывѣ, *B—D*—въ продольномъ разрывѣ. *A*—рѣшетчатая пластинка сверху. *B* и *C*—части двухъ соприкасающихся рѣшетчатыхъ трубокъ. *D*—соединенныя части слизистыхъ пучковъ двухъ трубокъ послѣ обработки свѣрной кислотой. *s*—сопровождающія клетки; *u*—слизистый пучокъ; *pt*—протоплазматическій мышечекъ; *c*—мозолистая пластинка; *c**—маленькая односторонняя мозолистая пластинка боковой рѣшетки. Увел. 540.

при слабомъ увеличеніи, мы видимъ, что сосудистые пучки расположены двумя кольцами, по пяти пучковъ въ каждомъ кольцѣ. Пучки наружнаго кольца лежатъ подъ выдающимися ребрами стебля, пучки внутренняго кольца чередуются съ наружными. Защиту внутреннихъ тканей стебля принимаетъ на себя кольцо склеренхиматическихъ волоконъ, элементы котораго окрасились гораздо темнѣе крупныхъ клетокъ основной тканей. Кнаружи отъ него лежитъ хлорофиллоносная паренхима коры и далѣе типически развитая, мѣстами прерванная, блестяще-бѣлая колленхима. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ колленхима прервана, паренхима

коры доходить до эпидермиса, который, въ свою очередь, не-сетъ въ этихъ мѣстахъ устьяца. Стебель внутри полый; попе-речные разрѣзы стеблей, толщиной отъ 5—6 *mm.*, показыва-ютъ намъ большіе сосуды и лежащіе между ними элементы въ періодъ ихъ развитія. Случается нерѣдко, что изъ двухъ са-мыхъ большихъ сосудовъ одинъ не развивается; тогда другой достигаетъ колоссальнаго размѣра. Въ иныхъ случаяхъ оба со-суда недоразвиваются; наконецъ, бываютъ и такіе случаи, когда оба развиваются и оба достигаютъ колоссальной величины.

Радиальные продольные разрѣзы, правильно прошедшіе черезъ сосудистые пучки, показываютъ намъ, что самые узкіе сосуды суть спиральные и кольчатые; болѣе широкіе — точечные съ кольцеобразными поперечными диафрагмами. Оба большіе со-суда имѣютъ стѣнки неправильно-сѣтчато утолщенные, и въ петляхъ этой сѣти лежатъ многочисленныя поры. Нерѣдко по-лучаются продольные разрѣзы, заключающіе большіе сосуды съ цѣльными еще поперечными перегородками; въ клѣткахъ такого сосуда замѣчается тогда тонкій стѣнкоположный слой протопласмы и клѣточное ядро; нѣкоторые поперечныя пере-городки здѣсь уже разбухли посрединѣ и представляются въ видѣ двояковыпуклыхъ чечевицъ. На продольныхъ разрѣзахъ изъ сосѣднаго, болѣе взрослаго участка стебля мы видимъ, что въ мѣстахъ, гдѣ были поперечныя перегородки остались лишь узкія кольца, прикрѣпленные къ боковымъ стѣнкамъ сосуда; протоплазматическое содержимое клѣтокъ, а также и ядра — исчезли. Тонкостѣнная ткань между узкими сосудами состоитъ изъ удлинненныхъ и раздѣленныхъ поперечными перегородками паренхиматическихъ клѣтокъ — это первичная тонкостѣнная дре-весинная паренхима. Сильнѣе утолщенные клѣтки между боль-шими сосудами устьяны многочисленными плоскими порами; ихъ поперечныя перегородки также имѣютъ поры; клѣтки эти при-надлежатъ къ толстостѣнной первичной древесинной паренхимѣ. Характерной особенностью этихъ клѣтокъ является волнистость ихъ перегородокъ, упирающихся перпендикулярно въ сосуды. Въ этихъ клѣткахъ древесинной паренхимы замѣчается про-топлазматическій мѣшечекъ и ядро. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ сосуды соприкасаются другъ съ другомъ, поры ихъ окаймлены съ обѣихъ сторонъ; напротивъ, въ мѣстахъ, гдѣ они грани-чатъ съ древесинной паренхимой, поры окаймлены только съ одной стороны, обращенной къ сосудистому пучку.

На продольныхъ разрѣзахъ мы можемъ съ большимъ удоб-ствомъ изучить рѣшетчатые трубки, достигающія здѣсь весьма значительной ширины ²⁾ (фиг. 51, В). Съ этой цѣлью погру-зимъ продольные разрѣзы въ анилиновую синь, а затѣмъ бу-

демъ наблюдать ихъ въ глицеринѣ. Послѣ продолжительнаго пребыванія въ глицеринѣ, клѣточные оболочки теряютъ свою окраску болѣе или менѣе совершенно, между тѣмъ содержимое рѣшетчатыхъ трубокъ удерживаетъ красящее вещество. Почти всѣ рѣшетчатые пластинки прямые, только нѣкоторые имѣютъ наклонное положеніе; большинство изъ нихъ покрыто сильно преломляющимъ свѣтъ мозолистымъ веществомъ и, благодаря этому, имѣетъ значительную толщину (фиг. В); это обстоятельство даетъ возможность узнать ихъ даже при слабомъ увеличеніи. Въ препаратахъ, окрашенныхъ анилиновой синью, рѣшетчатые пластинки принимаютъ голубую окраску. Внутри рѣшетчатыхъ трубокъ, заключающихъ рѣшетчатые пластинки, мы замѣчаемъ стянутый мѣшечковидный осевой пучекъ (*u*); это пучекъ слизи, который, расширивъ на своихъ концахъ, покрываетъ совершенно рѣшетчатые пластинки; онъ окрашенъ въ индиго синий цвѣтъ. Концы пучка, прилежащія къ рѣшетчатымъ пластинкамъ, плотнѣе выполнены содержимымъ и образуютъ такъ называемыя головки мѣшечка (срав В). Такое скопленіе содержимаго замѣчается или на обоихъ концахъ рѣшетчатой трубки, или только на одномъ верхнемъ. Кромѣ осевого мѣшечка, въ рѣшетчатой трубкѣ, при внимательномъ наблюденіи, замѣчается тонкій стѣнкоположный слой протоплазмы (*pr*); слой этотъ можетъ быть чрезвычайно тонокъ и плотно прилегаетъ къ стѣнкамъ рѣшетчатой трубки. Клѣточного ядра не существуетъ. Часто въ болѣе молодыхъ рѣшетчатыхъ трубкахъ мы видимъ, что слизистый пучокъ даетъ пузыревидные или червеобразные отростки, проникающіе черезъ отверстія рѣшетчатой пластинки изъ одной трубки въ другую. На болѣе старыхъ рѣшетчатыхъ пластинкахъ такихъ отростковъ мы болѣе не замѣчаемъ; мозолистое вещество увеличилось въ объемѣ, и участки рѣшетки сжаты; черезъ сжатые отверстія слизистое содержимое одной рѣшетчатой трубки соединяется съ содержимымъ другой (въ В). На внѣшнемъ и на внутреннемъ краю сосудистаго пучка, подобно тому, какъ и на поперечномъ разрѣзѣ, видны рѣшетчатые пластинки, покрыты мозолистыми пластинками (фиг. 51, С). Эти мозолистые пластинки кажутся очень яркими и окрашены въ небесно-синій цвѣтъ; въ срединѣ мозолистой пластинки замѣтна болѣе или менѣе явственно рѣшетчатая пластинка; такимъ образомъ мозолистая пластинка состоитъ здѣсь изъ двухъ половинокъ, принадлежащихъ двумъ соседнимъ рѣшетчатымъ трубкамъ и соединенныхъ отверстиями въ рѣшетчатой пластинкѣ. Въ мозолистой пластинкѣ часто замѣчается нижняя перпендикулярная полосатость, при чемъ полоски пересекаютъ отверстія рѣшетчатой пластинки и обозначаютъ такимъ образомъ поровые каналы. Въ мѣстахъ, гдѣ двѣ рѣшетчатые трубки соприкасаются между собой боковыми сво-

ими сторонами, на общей стѣнкѣ появляются маленькіе рѣшетчатые участки. Они въ послѣдствіи получаютъ мозолистую пластинку, или съ одной стороны (c^*), или съ обѣихъ сторонъ и въ слѣдствіе этого становятся болѣе замѣтными. Подлѣ рѣшетчатыхъ трубокъ, уступая имъ значительно въ длинѣ, расположены сопровождающія клѣтки (s); онѣ богаты протоплазматическимъ содержимымъ и содержатъ клѣточное ядро. Между рѣшетчатыми трубками и сопровождающими клѣтками видны многочисленные, поперечно растянутыя поры. Рѣшетчатыя трубки, находящіяся въ періодѣ развитія, заключаютъ капельки слизи окрашенныя въ индиго-синій цвѣтъ; капельки эти сливаются для образованія слизистаго пучка. Весьма поучительно подвергнуть продольный разрѣзъ изъ спиртоваго матеріала обработкѣ концентрированной сѣрной кислотой; стѣнки рѣшетчатыхъ трубокъ и рѣшетчатыя пластинки растворяются, слизистыя массы, напротивъ, сохраняются, и мы получаемъ препараты, подобные изображенному на фиг. 51, *D*. Они демонстрируютъ превосходно сообщеніе между рѣшетчатыми трубками, соприкасающимися своими концами. Препараты эти можно обмыть, прибавляя у одного края покровнаго стеклышка воду и высасывая ее у другого края помощью пропускной бумаги, а затѣмъ окрасить ихъ анилиновой синью.

Для сравненія необходимо сдѣлать нѣсколько продольныхъ разрѣзовъ изъ свѣжаго матеріала; рѣшетчатыя пластинки здѣсь столь-же явственны, какъ и на препаратахъ изъ спиртоваго матеріала. Скопленія слизи на рѣшетчатыхъ пластинкахъ также видны хорошо. Мы не находимъ здѣсь однако слизистаго пучка, отставшаго отъ боковыхъ стѣнокъ трубки, а потому это явленіе есть результатъ дѣйствія спирта.

Примѣчаніе къ XI-му упражненію.

1) Срав. Schwendener, das mech. Princip, pag. 8.

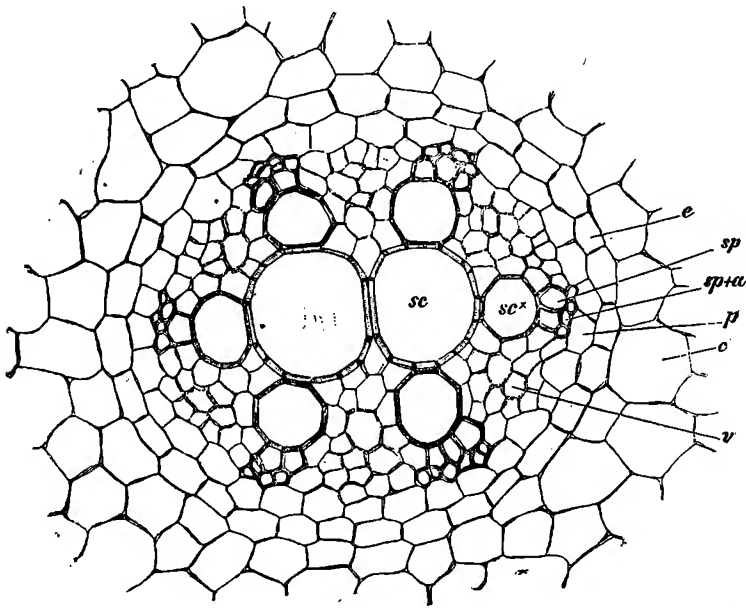
2) Срав. въ особенности de Bary, Vergl. Anat. p. 179; K. Wilhelm, Beiträge zur Kenntniss des Siebröhren-Apparates dicotyler Pflanzen; E. v. Janczewski, Etudes comparées sur les tubes cribreux, Mém. de la soc. nat. des sc. nat. de Cherbourg T. XXIII; Russow, Stzber. der Dorp. naturf. Gesellsch., Jahr. 1881 u. 1882.

XII. Упражнение.

Осевой цилиндръ сосудистыхъ пучковъ и вторичный ростъ въ толщину корней.

Строение осевого цилиндра сосудистыхъ пучковъ корней ¹⁾ мы станемъ изучать прежде всего на корняхъ обыкновеннаго лука, *Allium Cera*. Мы можемъ заготовить обильный матеріалъ для изслѣдованія во всякое время, заставляя луковичы проростать въ водѣ, въ сосудахъ, служащихъ для выращивания глѣзцовъ. — Фиг. 52 представляетъ поперечный разрѣзъ, сдѣланный у основанія сильнаго придаточнаго корня. Эпидермисъ и сильно развитая коровая ткань не изображены на рисункѣ, видны только клѣтки коры, прилегающіе къ «эндодермѣ» (*e*). Въ эндодермѣ (*e*), на радіальныхъ ея стѣнкахъ мы замѣчаемъ весьма характерную темную тѣнь; тѣнь эта обуславливается волнистыми изгибами средней части стѣнки. Эндодерма всегда однослойна, и мы встрѣчали ее уже на окружности сосудистыхъ пучковъ въ листѣ *Iris*, изъ чего мы вправѣ заключить, что эндодерма свойственна не исключительно только корнямъ. Средину цилиндра сосудистыхъ пучковъ занимаютъ въ этомъ случаѣ два большіе лѣстничные сосуда (*sc*); въ иныхъ случаяхъ впрочемъ мы находимъ или одинъ только такой сосудъ или, напротивъ, большее ихъ число. Если корень недостаточно старъ, то центральные, а иногда и сосѣдніе съ ними сосуды являются тонкостѣнными, не вполне развитыми. Къ центральнымъ, resp. одному центральному сосуду, примыкаютъ почти всегда шесть лѣстничныхъ, болѣе узкихъ сосудовъ (*sc*×); за ними слѣдуетъ группа совсѣмъ узкихъ спиральныхъ и кольчатыхъ сосудовъ (*sp*, *sp*×*a*). Величина сосудовъ уменьшается постепенно кънаружи, а спиральные и кольчатые сосуды лежатъ здѣсь на вѣншемъ краѣ. Такимъ образомъ въ корнѣ мы находимъ противоположное стеблю соотношеніе; произошло измѣненіе положенія древесины на 180°. Участки древесины расположены въ этомъ случаѣ въ видѣ звѣзды съ 6-ю лучами, и такой осевой цилиндръ получаетъ названіе гексархнаго. Съ этими участками древесины чередуются участки луба (*o*) и это чередованіе является обстоятельствомъ, характернымъ для осевыхъ цилиндровъ всѣхъ корней. Участки луба и участки древесины отдѣлены съ боковъ другъ отъ друга слоями паренхиматической основной ткани. Лубовые участки

отличаются бѣлыми блестящими стѣнками клѣтокъ; они состоятъ изъ нѣсколькихъ рѣшетчатыхъ трубокъ и сопровождающихъ клѣтокъ, различать которыя на поперечномъ разрѣзѣ довольно затруднительно. Сосуды и лубъ отдѣляются отъ эндодермы простымъ слоемъ клѣтокъ — перикамбіемъ (*p*). Въ концентрированной сѣрной кислотѣ весь разрѣзъ растворяется, за исключеніемъ лишь эпидермиса и прилегающихъ къ нему слоевъ, а также эндодермы и сосудовъ; послѣдніе окрасились въ красивый желтый цвѣтъ. Въ эндодермѣ, измѣнившей отчасти свое положеніе при дѣйствіи сѣрной кислоты, мы видимъ теперь волнистую

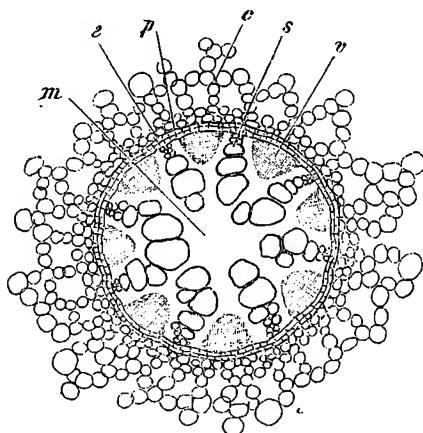


Фиг. 52. Поперечный разрѣзъ изъ основанія крѣпкого придаточнаго корня *Allium Cera*. *c*—кора; *e*—эндодерма; *p*—перикамбій; *a*—кольчатые сосуды; *sp*—спиральные сосуды; *sc* и *scx*—лѣстничные сосуды; *v*—лубовой участокъ. Увел. 240.

срединную ленту въ радіальныхъ стѣнкахъ ея клѣтокъ. Такое же точно явленіе наблюдается въ самомъ наружномъ слое коры, примыкающемъ къ эпидермису, и, разсматривая прежніе препараты, мы убѣждаемся, что и тамъ радіальныя стѣнки имѣютъ черную тѣнь; клѣтки этого наружнаго слоя прочно соединены между собой и образуютъ нѣкоторычъ образомъ наружную эндодерму, называемую иначе эпидермоидальнымъ слоемъ²⁾. Продольный разрѣзъ показываетъ намъ сосуды съ ихъ указанными уже

утолщеніями, и при помощи кораллина мы можемъ сдѣлать явственными рѣшетчатые пластинки рѣшетчатыхъ трубокъ, принадлежащія розово-красное окрашиваніе. Сопровождающія клѣтки отличаются теперь отъ рѣшетчатыхъ трубокъ болѣе широкимъ количествомъ содержаемаго и меньшей длиною. Волнистость средней полосы радіальныхъ стѣнокъ эндодермы, разсматриваемая съ поверхности, представляется въ видѣ лѣстничнаго утолщенія. Клѣтки перикамбія имѣютъ такой-же видъ, какъ и клѣтки эндодермы, только длина ихъ больше. Замѣчательно то, что внутренняя эндодерма (ядерное влагалище) жадно поглощаетъ кораллинъ, между тѣмъ какъ виѣшняя эндодерма, напротивъ, остается безцвѣтной и этимъ отличается отъ сосѣднихъ тканей.

Для дальнѣйшаго изслѣдованія послужить намъ корень *Asogus Salamis*. На поперечномъ разрѣзѣ вполне развитаго корня (фиг. 53) мы видимъ, что лучи, состоящіе изъ сосудовъ (*s*) (древесинныя части сосудистаго пучка), не соприкасаются между собою въ центрѣ осевого цилиндра. Лучи эти, болѣею



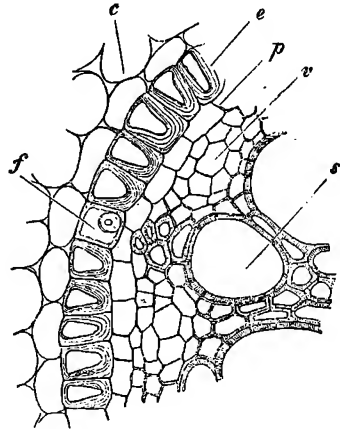
Фиг. 53. Поперечный разрѣзъ корня *Asogus Salamis*. *m* — сердцевина; *s* — участки древесины; *v* — участки луба; *p* — перикамбій; *e* — эндодерма; *c* — кора.
Увел. 90.

частью въ числѣ 8, располагаются въ видѣ кольца, середина котораго занята сердцевинной. Крупные сосуды лежатъ, какъ и у *Allium*, ближе къ центру, мелкіе, — ближе къ периферіи. Участки луба (*v*) чередуются, по обыкновенію, съ группами сосудовъ; они отдѣлены съ боковъ другъ отъ друга простыми или двойными слоемя паренхиматическихъ клѣтокъ основной ткани, а снаружи отъ эндодермы (*e*) — однослойнымъ перикамбіемъ (*p*). Эндодерма состоитъ изъ плоскихъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ. Эндодерма, перикамбій и вся основная ткань въ цилиндрѣ сосудистыхъ пучковъ плотно набиты крахмаломъ; поэтому

лишенные крахмала участки луба язляются на разрѣзѣ особенно свѣтлыми. Клѣтки внутренней коры раздѣлены многочисленными воздушными каналами на однорядные слои. На периферіи коровыя клѣтки сближаются тѣснѣе и образуютъ прочный многорядный слой; самый наружный гиподермальный слой коры состоитъ изъ радіально растянутыхъ клѣтокъ и образуетъ здѣсь, какъ и въ другихъ корняхъ, наружную эндодерму, сохраняющуюся въ то время, когда эпидермисъ отмираетъ и разрушается. При

прибавленіи жѣкаго кали крахмалъ исчезаетъ изъ клѣтокъ, и тогда легко убѣдиться въ существованіи черныхъ тѣней на радіальныхъ стѣнкахъ эндодермы. Обработка разрывъ сѣрной кислотой показываетъ, что во внутренней эндодермѣ кутинизирована лишь полоса, образующая тѣнь, въ наружной эндодермѣ, напротивъ, кутинизирована вся наружная стѣнка. Клѣтки наружной эндодермы заключаютъ смолу. Обѣ эндодермы имѣютъ механическое значеніе: онѣ служатъ для защиты поверхности корня и осевого цилиндра сосудистыхъ пучковъ; благодаря опробкованію, онѣ обладаютъ ничтожной растяжимостью и весьма значительною прочностью. Для того чтобы обмѣнъ жидкости между осевымъ цилиндромъ и корой былъ возможенъ, въ клѣткахъ внутренней эндодермы опробкованы преимущественно радіальные стѣнки ³⁾.

Поперечный разрывъ корня *Iris florentina* представляетъ полнѣйшее сходство съ *Asogus* въ строеніи осевого цилиндра сосудистыхъ пучковъ; напротивъ того, эндодерма построена здѣсь иначе (фиг. 54). Клѣтки ея (e) утолщены съ одной стороны, именно съ внутренней въ видѣ буквы U, и утолщенія прекрасно слоисты. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ можно замѣтить отдѣльныя неутолщенные клѣтки, и легко убѣдиться, что каждая такая неутолщенная клѣтка (f), разъ она существуетъ,—лежитъ всегда противъ группы сосудовъ. Эти клѣтки носятъ названіе проходныхъ клѣтокъ (*Durchgangszellen*) (⁴⁾) и облегчаютъ сообщеніе съ окружающей корой (c). Въ концентрированной сѣрной кислотѣ слои утолщенія эндодермы разбухаютъ и растворяются; остаются лишь кутинизированныя срединныя пластинки, образуя нѣжную перепонку вокругъ клѣтокъ эндодермы, а также и проходныхъ клѣтокъ. Точно такимъ же образомъ остаются неразтворенными и срединныя пластинки между сосудами и въ сердцевинѣ и образуютъ нѣжную, буро-желтую сѣть. Тангентальный продольный разрывъ, захватившій эндодерму, показываетъ, что продольныя полоски послѣдней, лежація противъ древесинныхъ участковъ, состоятъ изъ попеременно расположенныхъ длинныхъ утолщенныхъ клѣтокъ и короткихъ неутолщенныхъ, богатыхъ содержимымъ про-



Фиг. 54. Часть поперечнаго разрыва изъ корня *Iris florentina*. e — эндодерма; p — перикамбій; f — проходная клѣтка; c — лубовой участокъ; s — сосудъ въ древесинномъ участкѣ; c — кора. Увел. 240.

ходныхъ клѣтокъ. Мѣстами двѣ короткія проходныя клѣтки слѣдуютъ другъ за другомъ.

Корни двудольныхъ менѣе удобны для изслѣдованія, чѣмъ корни однодольныхъ. Познакомившись однако съ послѣдними, намъ будетъ не трудно понять строеніе первыхъ. Прежде всего сдѣлаемъ поперечный разрѣзъ изъ основанія крѣпкаго придаточнаго корня, развившагося на побѣгѣ *Ranunculus repens*. Осевой цилиндръ волокнисто-сосудистыхъ пучковъ кажется отграниченнымъ отъ коры не столь рѣзко, какъ у однодольныхъ; при внимательномъ разсмотрѣніи однако мы находимъ и здѣсь на границѣ обоихъ эндодерму, отличающуюся черной тѣнью. Смотри по толщинѣ корня, мы находимъ въ осевомъ цилиндрѣ 4 или 5 группъ сосудовъ; болѣе крупные сосуды лежатъ и здѣсь внутри, болѣе мелкіе — ближе кнаружи. У однодольныхъ часто одинъ внутренний сосудъ отличается своей особенно крупной величиной; у двудольныхъ такой сосудъ встрѣчается весьма рѣдко и у *Ranunculus* мы его не находимъ. Лучи или группы сосудовъ достигаютъ у *Ranunculus* середины цилиндра и сталкиваются тамъ между собою. Впрочемъ самыя внутреннія сосуды, если и достигаютъ полнаго развитія, то очень поздно; большей частью они остаются въ состояніи тонкостѣнныхъ удлинненныхъ клѣтокъ. Участки луба чередуются, какъ и всегда, съ участками древесины.

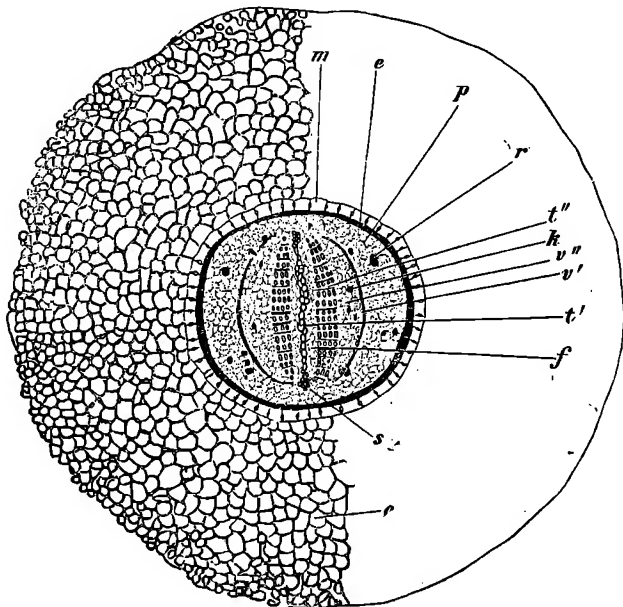
Корни сосудистыхъ тайнобрачныхъ построены проще, но по тому-же типу, какъ и корни явнобрачныхъ.

Процессы, совершающіеся при началѣ вторичнаго роста въ толщину корней двудольныхъ и голоствѣнныхъ, обладающихъ такимъ ростомъ, мы прослѣдимъ на корняхъ *Taxus baccata*. Съ этой цѣлью постараемся добыть куски корней съ молодыми неповрежденными развѣтвленіями и сдѣлаемъ поперечный разрѣзъ корня, имѣющаго 1 *тм.* толщины. Поверхность его покрыта паренхиматической корой, состоящей по меньшей мѣрѣ изъ 10 рядовъ клѣтокъ. Самый наружный слой коры не отграниченъ рѣзко, потому что настоящаго эпидермиса нѣтъ. Срединна разрѣза занята осевымъ цилиндромъ сосудистыхъ пучковъ, окруженнымъ эндодермой; послѣдняя состоитъ изъ плоскихъ, тонкостѣнныхъ, опробкованныхъ клѣтокъ, стѣнки которыхъ побурѣли и діаметръ которыхъ значительно меньше діаметра клѣтокъ коры; клѣтки эти на радіальныхъ стѣнкахъ имѣютъ характерную черную тѣнь. Вокругъ эндодермы развивается усиливашій ее однорядный слой. Ширина клѣтокъ этого слоя равна ширинѣ другихъ коровыхъ клѣтокъ, и на радіальныхъ ихъ стѣнкахъ замѣчаются толстыя блестяще-желтыя кольца. Эти кольцообразныя утолщенія въ сосѣднихъ клѣткахъ соотвѣтствуютъ другъ другу, вслѣдствіе чего въ разрѣзѣ они имѣютъ

форму двойко выпуклой чечевицы. Осевой цилиндръ сосудистыхъ пучковъ заключаетъ діархный древесинный участокъ, расположенный по діаметру; на двухъ противоположныхъ концахъ этого участка лежатъ узкіе спиральные сосуды, кажущіеся черными; къ сосудамъ примыкаетъ изнутри полоска, состоящая изъ трахейдовъ съ окаймленными порами, характерныхъ для хвойныхъ вообще. Ихъ легко узнать по свѣтло-желтымъ, сильно-утолщеннымъ стѣнкамъ. Трахеиды смыкаются почти всегда въ одну прямую пластинку въ срединѣ цилиндра сосудистыхъ пучковъ. По обѣимъ сторонамъ трахейдовъ лежатъ большею частью двурядныя полоски узкихъ тонкостѣнныхъ, содержащихъ крахмалъ, клѣтокъ основной ткани; съ ними граничитъ еще болѣе мелко-клетчатая ткань тонкостѣннаго луба; наконецъ, за этимъ послѣднимъ лежитъ слой, состоящій изъ четырехъ рядовъ крупныхъ крахмалоносныхъ клѣтокъ; онѣ смыкаются въ полный кругъ, редуцированный въ мѣстахъ, лежащихъ противъ спиральныхъ сосудовъ; кругъ этотъ представляетъ собою перикамбій

Разсматривая теперь поперечный разрѣзъ корня въ 1,3 *mm.* толщиной, мы увидимъ, что по обѣимъ сторонамъ трахейдной пластинки слой основной ткани, граничащій съ элементами луба, началъ дѣлиться; онъ превратился въ полоску камбіа, образующую новые трахеиды внутрь и новый лубъ внаружи, а также по ту и другую сторону клѣтки сердцевинныхъ лучей. Дальнѣйшую дѣятельность этой камбіальной полоски мы разсмотримъ на корнѣ толщиной въ 2 *mm.* и для ориентированія обратимся къ нашей фиг. 55-й. Поперечный разрѣзъ показывается прежде всего знакомыя уже намъ части: кору (*c*), самый наружный слой которой потерялъ свои волоски; наружный усиливающий слой (*m*), эндодерму (*e*) и осевой цилиндръ. Самый наружный слой клѣтокъ перикамбіа началъ между тѣмъ дѣлиться тангентальными перегородками и превратился въ перидерму, состоящую пока изъ немногихъ рядовъ. По обѣимъ сторонамъ трахейдной пластинки (*t'*) мы видимъ внутренний недѣятельный слой основной ткани — такъ называемую соединительную ткань; далѣе вновь образовавшіеся, радіально-расположенные трахеиды (*t''*) съ многочисленными сердцевинными лучами. Прибавивъ къ препарату ѣдкаго кали, мы съ большимъ удобствомъ можемъ ориентироваться относительно расположенія этихъ частей. Сосуды (*s*) на концахъ срединной пластинки, темнѣе очерченные, выступаютъ ясно. Срединная трахейдная пластинка (*t'*) и вторичныя, произведенныя камбіемъ трахеиды (*t''*) окрашиваются въ красивый желтый цвѣтъ; соединительная ткань остается бѣлой. — Вторичныя древесинныя полоски имѣютъ плоско-выпуклую форму, заостряются къ своимъ концамъ, но не заходятъ далѣе сосудовъ. На внѣшней сторонѣ древесины мы находимъ камбій и

кромѣ него вторичный лубъ (v''); послѣдній послѣ обработки ѣдкимъ кали кажется бѣлымъ, и только отдѣльныя клѣтки (k) представляются черными; это тѣ клѣтки, въ стѣнкахъ которыхъ заключены кристаллы щавелево-кислой извести. Первичный лубовой участокъ (v') лежитъ сплюснутый на внѣшней сторонѣ вторичнаго. Въ перикамбѣ послѣ дѣйствія ѣдкаго кали выступаютъ явственнѣе, чѣмъ прежде, благодаря желто бурому содержанию, одиночныя неопредѣленной формы клѣтки: онѣ заключаютъ смолу. Пробковый слой, происшедшій изъ наружныхъ



Фиг. 55. Поперечный разрѣзъ корня *Taxus baccata* послѣ начала роста въ толщину. s —кора; m —усиливающий слой; e —эндодерма; p —перикамбій; s' —спиральные сосуды; v' —первичная трахеидная пластинка; f —полоска основной ткани; t'' —вторичныя трахеиды съ сердцевинными лучами; v'' —вторичный лубъ; v' —сдавленный первичный лубъ; k —клѣтки вторичнаго луба съ кристаллами въ стѣнкахъ; r —клѣтки перикамбія, содержащія смолу. Увел. 42.

клѣтокъ перикамбія, окрашивается отъ дѣйствія кали въ желто-зеленый цвѣтъ; утолщенные кольца усиливающаго эндодерму слоя являются блестяще-желтыми; пробковый слой сплюсчиваетъ эндодерму.

Далѣе изслѣдуемъ еще поперечный разрѣзъ корня въ 2 mm . толщиной, который сбросилъ уже свою кору и имѣетъ темно-бурую поверхность. Поперечный разрѣзъ представляетъ намъ

замкнутое древесинное кольцо, и если бы не первичная трахеидная пластинка, занимающая здѣсь мѣсто сердцевинны, такой разрывъ нельзя-бы было отличить отъ разрыва ствола такой-же толщины. Сосуды на концахъ трахеидной пластинки можно видѣть теперь съ трудомъ; пластинка окружена крахмалоносною соединительной тканью, которая замѣняетъ здѣсь нѣкоторымъ образомъ сердцевинную трубку, и съ которой соединяются старѣйшіе сердцевинные лучи. Оба древесинные участка слились между собой передъ группами сосудовъ, и сердцевинный лучъ въ этомъ мѣстѣ не отличается особенной шириной. Поверхность покрыта замкнутымъ пробковымъ слоемъ, образовавшимся изъ наружныхъ клѣтокъ перикамбія. Наружная кора состоитъ изъ вторичнаго луба и удлиненныхъ сердцевинныхъ лучей; ткань, замѣняющая здѣсь первичную кору, состоитъ изъ увеличенныхъ, отчасти размножившихся и плотно набитыхъ крахмаломъ клѣтокъ перикамбія.

Продольные разрывы этихъ корней представляютъ интересъ по столько, по сколько при ихъ помощи мы можемъ убѣдиться, что срединная трахеидная пластинка состоитъ изъ такихъ-же точно элементовъ, какъ и вторичная древесина. На концахъ этой пластинки мы находимъ здѣсь снова спиральные сосуды и констатируемъ, что клѣтки эндодермы имѣютъ весьма ничтожную высоту, между тѣмъ какъ клѣтки слоя, усиливающего эндодерму, гораздо крупнѣе, и высота ихъ превосходитъ даже высоту сосѣднихъ клѣтокъ коры. Отъ кораллина трахеиды принимаютъ красноватый кораллово-красный цвѣтъ, какъ на поперечныхъ, такъ и на продольныхъ разрывахъ; становятся замѣтными и рѣшетчатая пластинки въ первичномъ и во вторичномъ лубѣ. Кольца въ клѣткахъ слоя, усиливающего эндодерму, жадно поглощаютъ кораллинъ.

Примѣчаніе къ XII-му упражненію.

¹⁾ De Bary, Vergl. Anat. pag. 365; тамъ и старая литература; Olivier, Ann. d. sc. nat. Bot. VI ser. XI Bd., pag. 5 и слѣд.

²⁾ Справ. v. Höhnelt. Stzber. d. k. Ak. d. Wiss. in Wien, math. naturwiss. Cl. Bd. LXXXVI. I Abth. 1877, pag. 642; Olivier, l. c.

³⁾ Schwendener, Abh. d. kgl. Ak. d. Wiss. in Berlin 1882. Die Schutzscheiden, und ihre Verstärkungen.

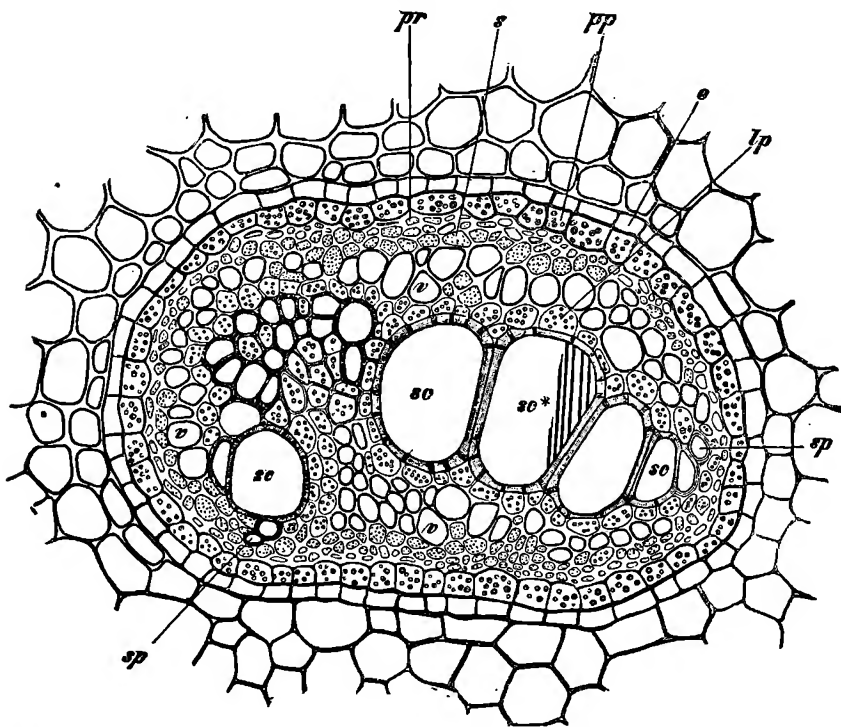
⁴⁾ Справ. Schwendener, die Schutzscheiden, pag. 13.

XIII. Упражнение.

Сосудистые пучки папоротниковъ и плауновыхъ.

Познакомимся теперь со строениемъ сосудистыхъ пучковъ въ стебляхъ и листьяхъ папоротниковъ. Сосудистые пучки построены здѣсь концентрически, при чемъ древесина окружена дубомъ со всѣхъ сторонъ или почти со всѣхъ сторонъ. Мы избираемъ для изслѣдованія *Pteris aquilina*; на этомъ объектѣ легче всего уразумѣть строеніе пучковъ, хотя онъ, благодаря склеренхиматическимъ волокнамъ основной ткани, препарируется не легко. — Лучше всего рѣжется корневище вблизи точки роста, а также черешки молодыхъ листьевъ. На такихъ разрѣзахъ мы находимъ сосудистые пучки вполне развитыми, между тѣмъ какъ основная ткань не имѣетъ еще своихъ характерныхъ утолщеній. Строеніе сосудистаго пучка въ корневищѣ и въ листовомъ черешкѣ одинаково, и для ориентированія послужитъ намъ фиг. 56, представляющая поперечный разрѣзъ пучка изъ основанія листоваго черешка. — Правда, что соображенія касательно размѣровъ рисунка заставили избрать маленькій сосудистый пучекъ, тѣмъ не менѣе всѣ элементы, входящіе въ составъ его, достаточно ясно представлены на нашей фигурѣ. Прежде всего бросаются въ глаза большіе лѣстничные сосуды съ окаймленными порами (*sc*); точно также утолщены и болѣе мелкіе сосуды и только нѣкоторые, примыкающіе къ обоимъ концамъ древесиннаго участка — элементы протоксилемы, утолщены спирально (*sp*). Сосуды въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ они не соприкасаются другъ съ другомъ, окружены плоскими, содержащими крахмалъ клѣтками (*lp*), которые и здѣсь мы можемъ назвать древесинною паренхимой. Сосуды и древесинная паренхима образуютъ вмѣстѣ древесину, которая почти совершенно окружена дубомъ; послѣдній граничитъ съ древесинною паренхимой — рѣшетчатыми трубками (*v*), сопровождающія клѣтки (*s*) которыхъ суть узкія клѣтки, лежащія дальше снаружи. Эти сопровождающія клѣтки богаты содержимымъ, но, какъ показываетъ реакція на іодъ, содержатъ прооплазму, а не крахмалъ. Крахмалоносныя клѣтки встрѣчаются здѣсь только одиночно. Периферія луба занята слоемъ еще болѣе узкихъ толстостѣнныхъ элементовъ протодлоемы. Лубъ окруженъ простымъ одноряднымъ крахмалоноснымъ слоемъ (*pp*), который, по своему положенію, но не по происхожденію, представляетъ сходство съ перикам-

біемъ и можетъ быть названъ перифлоэмомъ. Перифлоэмъ окруженъ тонкостѣнной, но лишенной крахмала и опробкованной эндодермой (e), которая на радіальныхъ стѣнкахъ имѣетъ темную тѣнь. Кѣтки перифлоэма и кѣтки эндодермы расположены соответственно другъ другу, что указываетъ на ихъ происхождение изъ одной общей материнской кѣтки. Древесинный участокъ на обоихъ своихъ концахъ граничитъ съ перифлоэмомъ или съ протофлоэмомъ; такимъ образомъ въ этихъ двухъ мѣ-



Фиг. 56. Поперечный разрѣзъ сосудистаго пучка изъ листоваго черешка *Pteris aquilina*. *sc* — лѣстничные сосуды; *sp* — спиральные сосуды; въ лѣстничномъ сосудѣ *sc** — часть стѣнки, продырявленной лѣстничнообразно; *lp* — древесинная паренхима; *v* — рѣшетчатая трубка; *s* — проводящія кѣтки; *pp* — протофлоэмъ; *pp* — перифлоэмъ; *e* — эндодерма. Увел. 240.

стахъ дубъ прерванъ совершенно или почти совершенно; между тѣмъ какъ подобнаго перерыва можетъ и не быть у другихъ папоротниковъ. Весьма часто при рѣзаніи, стѣнки кѣтокъ эндодермы разрываются, вслѣдствіе чего сосудистый пучокъ отдѣляется отъ основной ткани. Кѣтки основной ткани, примыкающія къ эндодермѣ, мѣстами сильно утолщены и окрашены

въ желтовато-бурый цвѣтъ. Поперечный разрѣзъ корневища показываетъ подъ темно-бурымъ эпидермисомъ побурѣвшую и кутинизированную паренхиматическую ткань, которая далѣе внутри становится безцвѣтной и содержитъ крахмаль. Эта крахмалоносная основная ткань пронизана сосудистыми пучками и красно-бурыми склеренхиматическими волокнами; послѣдніе образуютъ пластинки, лежащія между сосудистыми пучками и расположенныя болѣе или менѣе параллельно этимъ пучкамъ. Периферическіе сосудистые пучки на внѣшней своей сторонѣ въ непосредственномъ соединеніи съ эндодермой усиливаются такими-же склеренхиматическими волокнами, которые представляютъ собою механическую ткань. Въ листовомъ черешкѣ мы находимъ тоже самое, только здѣсь встрѣчается еще гиподермальное кольцо красно-бурыхъ склеренхиматическихъ волоконъ, прилегающихъ къ эпидермису. На продольномъ разрѣзѣ корневища или листового черешка мы находимъ снова широкіе лѣстничные сосуды; конечныя ихъ плоскости сильно наклонены, съ лѣстнично-окаймленными порами и отчасти продырявлены ¹⁾. На боковыхъ стѣнкахъ, раздѣляющихъ два сосуда, весьма легко констатировать, что поперечно растянутыя поры окаймлены съ обѣихъ сторонъ (замыкающая перепонка посрединѣ утолщена); напротивъ, на стѣнкѣ сосуда, граничащей съ кѣткой древесинной паренхимы, поры окаймлены только съ одной стороны (замыкающая перепонка не утолщена). Продольный разрѣзъ включаетъ также одинъ изъ спиральныхъ сосудовъ, и кромѣ того, при тщательномъ изслѣдованіи, мы находимъ здѣсь рѣшетчатая пластинки рѣшетчатыхъ трубокъ; при помощи кораллина мы можемъ сдѣлать эти пластинки болѣе явственными и убѣдиться, что конечныя рѣшетчатая пластинки сильно наклонены и раздѣлены полосками утолщенія на многочисленные участки. Кромѣ того и боковыя стѣнки рѣшетчатыхъ трубокъ несутъ ситовидныя поры. Подлѣ рѣшетчатыхъ трубокъ лежатъ узкія сопровождающія кѣтки съ мелко-зернистымъ содержимымъ и ядромъ; подлѣ сосудовъ—крахмалоносныя, сравнительно короткія кѣтки древесинной паренхимы. Содержащія крахмаль кѣтки перифлоэма представляютъ сходство съ древесинной паренхимой. Красно бурымъ длинныя и заостренныя на концахъ склеренхиматическія волокна основной ткани имѣютъ на своихъ стѣнкахъ тонкія поры.

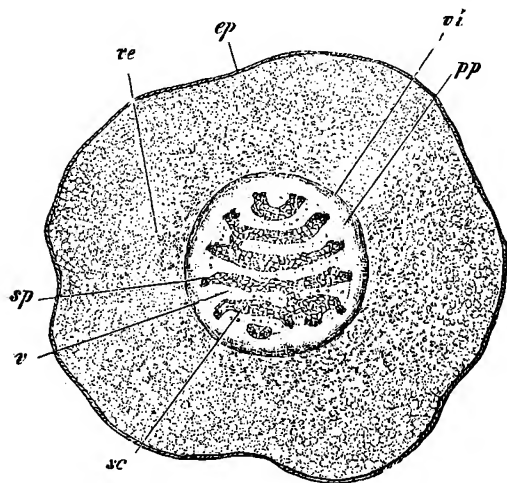
Для насъ будетъ не безъинтересно рассмотретьъ также поперечный разрѣзъ листового черешка *Polypodium vulgare*. Сосудистые пучки снабжены здѣсь очень толстыми влагалищемъ, которое соотвѣтствуетъ однако не эндодермѣ, а усиливающему эндодерму слою; слой этотъ, состоящій изъ одного ряда кѣтокъ, утолщенъ только на внутренней своей сторонѣ, причемъ слой утолщенія окрашенъ въ темно-бурый цвѣтъ. Соб-

ственно эндодерма лежитъ внутри усиливающего слоя, и ея клѣтки такъ сильно сдавлены, что съ трудомъ можно различать ихъ. Далѣе внутри слѣдуетъ однорядный крахмаленосный перифлоэмъ; затѣмъ ткань луба, состоящая изъ клѣтокъ одинаковой ширины. Сопровождающія клѣтки отличаются своимъ содержимымъ и, какъ оказывается, перемѣшаны съ рѣшетчатыми трубками. Тѣсно сжатые другъ подлѣ друга сосуды окружены снаружи простымъ слоемъ крахмаленосной древесинной паренхимы, которая на обоихъ узкихъ концахъ древесинаго участка можетъ достигать до перифлоэма.

Сдѣлаемъ еще поперечный разрѣзъ листового черешка *Scolopendrium vulgare*, въ которомъ два сосудистые пучка слились въ одно. Два древесинные участка лежатъ повидимому въ одномъ сосудистомъ пучкѣ, вѣрнѣе въ комплексѣ сосудистыхъ пучковъ, лежатъ или другъ подлѣ друга, или сливаются, образуя фигуру X. Утолщенные ножки фигуры обращены къ верхней поверхности листового черешка; на концахъ ножекъ лежатъ болѣе мелкіе сосуды и отъ концовъ верхнихъ ножекъ отходятъ часто маленькіе сосудистые пучки. Всѣ клѣтки лубоваго участка одинаковой величины, но и здѣсь сопровождающія клѣтки отличаются своимъ содержимымъ; онѣ перемѣшаны съ рѣшетчатыми трубками. По бокамъ фигуры перифлоэмъ представляется многоряднымъ и нѣсколько сильнѣе утолщеннымъ. Внѣшнее очертаніе пучковаго комплекса представляетъ три желобчатыхъ углубленія; одно сверху и два по бокамъ; въ мѣстахъ, соответствующихъ этимъ углубленіямъ, за эндодермой лежатъ пластинки, состоящія изъ красно-бурыхъ, утолщенныхъ почти до исчезновенія полости, склеренхиматическихъ волоконъ. Выше въ листѣ древесинный участокъ принимаетъ постепенно форму буквы T; три склеренхиматическіе пучка хотя и редуцированы, но все еще здѣсь существуютъ.

Гораздо большее усложненіе встрѣчаемъ мы въ осевомъ цилиндрѣ сосудистыхъ пучковъ видовъ *Lycorodium*; намъ не трудно будетъ понять ихъ строеніе, послѣ того какъ мы видѣли уже слившіеся пучки въ черешкѣ *Scolopendrium*. У *Lycorodium* мы имѣемъ также дѣло съ слияніемъ многочисленныхъ сосудистыхъ пучковъ въ одинъ осевой цилиндръ. Для изслѣдованія мы возьмемъ *Lycorodium complanatum*, хотя и всякій другой видъ можетъ служить для этой цѣли; у всѣхъ видовъ *Lycorodium* мы находимъ въ общемъ одинаковое строеніе, съ незначительными лишь отличіями. Мы облегчимъ себѣ задачу, окрасивъ поперечные разрѣзы воднымъ растворомъ сафранина. Для ориентированія пусть послужитъ намъ прилагаемый рисунокъ (фиг. 57). На поперечномъ разрѣзѣ *Lycorodium complanatum* мы видимъ снаружи эпидермисъ (*ep*); далѣе клѣтки коры,

диаметръ которыхъ постепенно уменьшается, толщина же стѣнокъ увеличивается по направленію внутрь, и которыя образуютъ плотное склеренхиматическое влагалище; мы назовемъ его внѣшнимъ влагалищемъ (*ve*). Впрочемъ между этими сильно утолщенными элементами коры замѣчаются маленькія, наполненные воздухомъ, межклеточныя пространства. Наружныя клетки коры окрасились отъ сафранина въ вишневый цвѣтъ, внутреннія, сильнѣе утолщенные — въ розово-красный. Утолщенные



Фиг. 57. Поперечный разрывъ стебля *Lycoperidium complanatum*. *ep*—эпидермисъ; *ve*—внѣшнее влагалище; *vi*—внутреннее влагалище; *pp*—перикамбій; *sc*—лѣстничные сосуды; *sp*—кольчатые и спиральные сосуды; *v*—лубовые участки. Увел. 26.

внутреннимъ влагалищемъ (*vi*). Далѣе слѣдуетъ много рядовъ изодіаметрическихъ на поперечномъ разрывѣ клетокъ съ бѣлыми блестящими какъ-бы разбухшими стѣнками, содержащихъ часто крахмалъ; клетки эти при продолжительномъ дѣйствіи реактива принимаютъ оранжевую окраску; при непродолжительномъ его дѣйствіи — не окрашиваются вовсе. Онѣ занимаютъ мѣсто перикамбія и могутъ быть названы, какъ и у папоротниковъ, перифлоэмомъ (*pp*). Затѣмъ бросаются въ глаза полосы древесины, окрашенные въ превосходный вишнево-красный цвѣтъ. Онѣ состоятъ изъ широкихъ лѣстничныхъ сосудовъ (*sc*), прилегающихъ непосредственно другъ къ другу и на узкихъ своихъ концахъ изъ элементовъ протоксилемы, т. е. узкихъ кольчатыхъ и спиральныхъ сосудовъ (*sp*). У *Lycoperidium complanatum* древесинныя полосы располагаются поперегъ осевого цилиндра болѣе или менѣе параллельно другъ

элементы коры внезапно исчезаютъ и далѣе слѣдуютъ два — три слоя тангентально-растянутыхъ многоугольныхъ клетокъ, плотно соединенныхъ между собою и окрашенныхъ въ вишневый цвѣтъ. Клетки эти занимаютъ мѣсто эндодермы, но онѣ расположены нѣсколькими рядами и лишены волнистой ленты или другаго какого-либо характернаго утолщенія; подобно клеткамъ эндодермы, онѣ кутикуляризованы и противостоятъ дѣйствію сѣрной кислоты. Мы назовемъ ихъ

другу; онъ вогнутъ на одной своей сторонѣ и соответственно выпуклы на другой. Принявъ во вниманіе естественное положеніе приподнимающагося вверхъ стебля, мы можемъ убѣдиться, что древесинныя полоски параллельны поверхности почвы и вогнутыми своими сторонами обращены вверхъ. Маленькіе сосудистые пучки, отходящіе въ листья, вступая въ центральный цилиндръ, примыкаютъ здѣсь, какъ и у папоротниковъ, къ группѣ спиральныхъ сосудовъ древесинной полоски. Древесинныя полоски образуютъ нерѣдко анастомозы, какъ это можно видѣть на нижнихъ полоскахъ прилагаемаго рисунка. Въ прямыхъ стебляхъ *Lycopodium Selago* всѣ древесинныя полоски соединены между собою и образуютъ звѣзду. Древесинныя полоски окружены одноряднымъ слоемъ тонкостѣнныхъ узкихъ клѣтокъ, которыя мы можемъ назвать, какъ и у папоротниковъ, клѣтками древесинной паренхимы; на концахъ своихъ полоски прилегаютъ къ ткани перифлоэма—элементами протоксилемы и древесинной паренхимой. Между полосками древесины лежатъ клѣтки съ бѣлыми, сильно преломляющими свѣтъ стѣнками; онѣ узки, и только средній рядъ отличается нѣсколько большіимъ діаметромъ. Эти участки ткани представляютъ лубъ; широкіе ихъ элементы суть рѣшетчатыя трубки (v). При особенно удачномъ окрашиваніи стѣнки рѣшетчатыхъ трубокъ кажутся розово-красными, между тѣмъ какъ остальные элементы луба безцвѣтны. На концахъ полосокъ, образуемыхъ рѣшетчатыми трубками, лежатъ элементы протоплоэмы, отличающіеся узкими полостями; они прилегаютъ къ перифлоэму, крупныя клѣтки котораго рѣзко отграничиваются отъ лубовыхъ и древесинныхъ участковъ. — При изготовленіи препаратовъ, внутренняя часть осевого цилиндра, состоящая изъ луба и древесины, легко отдѣляется отъ перифлоэма. На продольномъ разрѣзѣ мы видимъ снаружи эпидермисъ; далѣе косо расположенныя широкія клѣтки коры; затѣмъ склеренхиматическія волокна наружнаго влагалища; дальше внутреннее влагалище изъ удлиненной паренхимы; перифлоэмъ съ бѣлыми толстыми стѣнками и косыми поперечными перегородками; лѣстничные сосуды и узкіе, частью сильно растянутые кольчатые и спиральные сосуды; наконецъ, элементы луба; послѣдніе представляютъ длинныя клѣтки съ болѣе или менѣе косыми перегородками. Даже при помощи кораллина и анилиновой сини весьма трудно доказать здѣсь присутствіе маленькихъ косыхъ рѣшетчатыхъ пластинокъ. Только широкія клѣтки луба суть рѣшетчатыя трубки; многочисленные узкіе, съ блестящимъ зернистымъ содержимымъ элементы суть сопро-
вождающія клѣтки.

Примѣчаніе къ XIII-му упражненію.

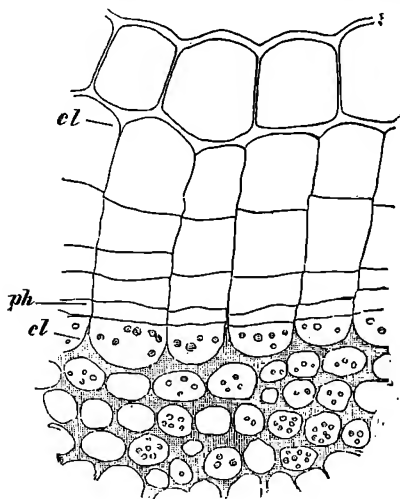
¹⁾ Срав. de Bary, Vergl. Anatomie, pag. 170.

XIV. Упражнение.

Пробка, чечевички.

Мы уже имѣли случай познакомиться на различныхъ объектахъ съ образованіемъ и строеніемъ пробки. Тѣмъ не менѣе обратимся еще разъ къ этому предмету съ цѣлью изучить чечевички и изслѣдовать ближе строеніе стѣнокъ пробковыхъ клѣтокъ и ихъ реакціи ¹⁾).

Поперечные разрѣзы черезъ вѣтку *Sambucus nigra*, толщиной приблизительно въ 3 *mm.*, показываютъ намъ сосудистые пучки, соединенные уже между собою межпучковымъ камбіемъ и расположенные во-

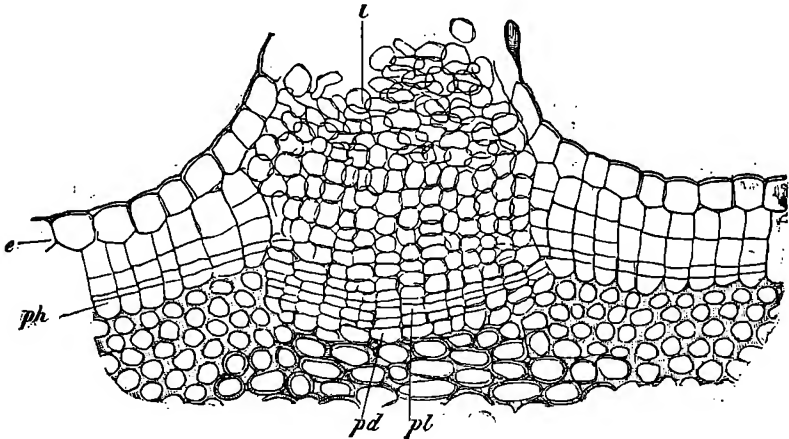


Фиг. 58. Поперечный разрѣзъ поверхности молодого стебля *Sambucus nigra*. Эпидермисъ; *ph* — феллогенъ; *cl* и *cl* — верхняя и нижняя часть первоначальной клѣтки колленхимы. Увел. 240.

кругъ широкой крупноклѣточной сердцевины. Камбiальное кольцо начало уже свою дѣятельность и, какъ внутри сосудистыхъ пучковъ, такъ и въ промежуткахъ между ними образовало уже обычнымъ способомъ вторичную древесину внутри и вторичный дубъ снаружy. Первичные участки дуба усиливаются снаружy склеренхиматическими волокнами. Кора состоитъ изъ 10—15 рядовъ клѣтокъ. Выдающіеся на поверхности стебля ребрышки содержать сильный гиподермальный слой колленхимы, который въ промежуточныхъ бороздкахъ состоитъ лишь изъ двухъ—трехъ рядовъ клѣтокъ. Подъ устьицами слой колленхимы прерванъ зеленою паренхимой коры, простирающеюся до эпидермиса. Въ участкахъ стебля въ 4 *mm.* толщиной начинается образованіе пробкового слоя тангентальнымъ дѣленіемъ наружныхъ клѣтокъ колленхимы, прилегающихъ непосредственно къ эпидермису. Внутренняя изъ двухъ, образовавшихся благодаря такому дѣленію, дочернихъ клѣтокъ дѣлится еще разъ, и затѣмъ средняя изъ нихъ начи-

бiемъ и расположенные во-
кругъ широкой крупноклѣт-
чатой сердцевины. Камбiальное
кольцо начало уже свою дѣ-
тельность и, какъ внутри со-
судистыхъ пучковъ, такъ и въ
промежуткахъ между ними об-
разовало уже обычнымъ спо-
собомъ вторичную древесину
внутри и вторичный дубъ кна-
ружy. Первичные участки дуба
усиливаются снаружy склерен-
химатическими волокнами. Ко-
ра состоитъ изъ 10—15 рядовъ
клѣтокъ. Выдающіеся на по-
верхности стебля ребрышки
содержать сильный гиподер-
мальный слой колленхимы, ко-
торый въ промежуточныхъ бо-
роздкахъ состоитъ лишь изъ
двухъ—трехъ рядовъ клѣтокъ.
Подъ устьицами слой коллен-
химы прерванъ зеленою па-

наетъ функционировать, какъ клѣтка пробковаго камбія; ее легко узнать и тогда, когда перидерма сдѣлалась уже многорядной (фиг. 58, *ph*). На вѣншемъ краю каждаго ряда лежитъ наружная, на внутреннемъ—внутренняя часть первоначальной клѣтки колленхимы (*cl*). Къ внутренней ея части примыкаетъ снаружи плоская клѣтка (*ph*), которая и есть клѣтка камбія или феллогена. Кромѣ того на удачныхъ поперечныхъ разрѣзахъ можно убѣдиться, что образованію сплошнаго пробковаго слоя предшествуетъ нѣкоторый своеобразный процессъ, начинающійся подъ устьицами. Первичныя клѣтки коры, окружающія дыхательную полость, начинаютъ дѣлиться, и дѣленія переходятъ по бокамъ на сосѣднія колленхиматическія клѣтки. Вскорѣ подъ устьищемъ образуется менисковидный слой дѣлящихся клѣтокъ (фиг. 59, *pl*), образующій кнаружи безцвѣтныя округляющіяся клѣтки (*l*), внутри клѣтки пробковой коры (*pd*) (феллодерма).



Фиг. 59. Поперечный разрѣзъ черезъ чечевичку *Sambucus nigra*. *e*—эпидермисъ; *ph*—феллогенъ; *l*—выполняющія клѣтки; *pl*—камбій чечевички; *pd*—феллодерма. Увел. 90.

Верхнія клѣтки получаютъ названіе выполняющихъ клѣтокъ; онѣ бурѣютъ, но не подвергаются опробкованію и, по мѣрѣ увеличенія ихъ числа, оказываютъ такое сильное давленіе на эпидермисъ, что послѣдній разрывается щелеобразно. Такъ образуются поры коры или чечевички. Разсматривая вѣтку невооруженнымъ глазомъ, мы замѣтимъ чечевички въ видѣ маленькихъ бороздокъ, ограниченныхъ двумя губовидными утолщеніями. Особенно рѣзко бросается въ глаза бурая окраска выполняющихъ клѣтокъ. На болѣе молодыхъ частяхъ стебля чечевички имѣютъ видъ удлинненныхъ, нѣсколько выпуклыхъ пятъ.

нышекъ; еще болѣе раннія стадіи отличаются свѣтлой окраской; въ такихъ мѣстахъ слѣдуетъ дѣлать разрѣзы, если желательно прослѣдить начало развитія. Лишь послѣ разрыва эпидермиса въ сосѣднихъ колленхиматическихъ клѣткахъ начинаются дѣленія, результатомъ которыхъ является образованіе перидермы.

Выполняющія клѣтки чечевичекъ изолированы другъ отъ друга; по мѣрѣ того, какъ снаружи лежащія клѣтки дезорганизуются, образуются новыя, благодаря дѣятельности камбія. Промежутки между выполняющими клѣтками наполнены воздухомъ; посредствомъ ихъ внутренняя ткань ствола сообщается съ вѣшной атмосферой; онѣ замѣняютъ собою устья на старыхъ растительныхъ частяхъ, на которыхъ начинается образованіе пробки. На зиму образуются болѣе плотныя и болѣе прочныя выполняющія клѣтки. Собственно замыкающаго слоя изъ узкихъ болѣе плотно соединенныхъ между собою клѣтокъ зимою у *Sambucus* не существуетъ; у многихъ другихъ растений, напротивъ, кромѣ такого замыкающаго слоя находимъ еще подобнаго-же строенія «промежуточные полоски», появляющіяся временно между выполняющими клѣтками въ теченіи періода вегетаціи. Клѣтки замыкающаго слоя и промежуточныхъ пластинокъ опробкованы, но оставляютъ между собою радіально расположенныя межклѣтчныя пространства, такъ что полного закупориванія не происходитъ²⁾. На болѣе старыхъ частяхъ ствола *Sambucus* перидерма получаетъ продольныя трещины; онѣ проходятъ черезъ чечевички, не повреждая ихъ. Чечевички сохраняются на очень старыхъ стволахъ въ то время, когда наружные слои перидермы отслаиваются.

Строеніе пробковыхъ клѣтокъ слѣдуетъ изучать прежде всего у *Cytisus Laburnum*, такъ какъ здѣсь клѣтки эти весьма сильно утолщены. Поперечные разрѣзы коры старыхъ стволовъ показываютъ, что перидерма состоитъ изъ однородныхъ пробковыхъ клѣтокъ. Клѣтки эти расположены правильными радіальными рядами; самыя молодыя изъ нихъ безвѣтны, болѣе старыя окрашены въ желтый цвѣтъ и старѣйшія—въ желто бурый. Клѣтки, лежащія на периферіи, растянуты въ тангентальномъ направленіи почти до исчезновенія полостей. Всѣ пробковыя клѣтки сильно утолщены, преимущественно на вѣншей ихъ сторонѣ. Даже безъ помощи реактивовъ легко различить въ стѣнкѣ нѣжный срединный слой, раздѣляющій клѣтки другъ отъ друга, толстый явственно слоистый вторичный слой утолщенія и на внутренней сторонѣ послѣдняго—третичный слой. Такимъ образомъ перегородка, раздѣляющая двѣ клѣтки состоитъ изъ 5 явственныхъ слоевъ: срединнаго слоя, одревеснѣвшаго и представляющаго первичную перегородку; двухъ вторичныхъ слоевъ утолщенія, которые одни здѣсь опробкованы; двухъ третичныхъ слоевъ утолщенія, часто обнаруживающихъ реакцію на клѣтчатку и потому назы-

ваемых клѣтчатymi слоями; въ данномъ случаѣ послѣдніе немного одревеснѣли. Отъ хлор-цинк-іода пробковыя клѣтки окрашиваются въ желтый или бурый цвѣтъ, молодыя темнѣе взрослыхъ; третичные слои окрашиваются темнѣе другихъ. — Характерными реактивами для пробкового вещества или суберина является кали, смѣсь для мацерации и хромовая кислота ³⁾ Обработавъ разрѣзы ѣдкимъ кали, мы убѣдимся, что пробковыя клѣтки окрасились въ желтый цвѣтъ. Подогрѣвая осторожно разрѣзъ на предметномъ стеклышкѣ, мы вскорѣ замѣтимъ, что интенсивность желтаго окрашивания усиливается. Съ мацерационною смѣсью (хлорновато-кислый кали и азотная кислота) получается реакція цериновой кислоты. На холодѣ смѣсь дѣйствуетъ такимъ образомъ, что пробковыя клѣтки принимаютъ желто-бурю окраску, и всѣ части ихъ становятся болѣе явственными; если теперь подвергнуть препаратъ кипяченію на предметномъ стеклышкѣ, прибавляя по мѣрѣ надобности реактивъ, то отъ разрѣза остаются только опробкованные слои оболочекъ; слои эти въ концѣ концовъ разбухаютъ и сливаются въ безцвѣтную шарообразную массу. Это такъ называемая цериновая кислота, растворяющаяся въ алкоголѣ и особенно легко въ эфирѣ. Если на разрѣзы дѣйствовать концентрированной хромовой кислотой, то въ результатъ остаются и здѣсь только опробкованные слои клѣтокъ. По прошествіи долгаго времени они становятся до того прозрачными, что съ трудомъ можно найти ихъ; однако они не исчезаютъ. Не смотря на то, что срединные слои растворились, вторичные слои утолщенія остаются во взаимной связи.

Бутылочная пробка (изъ *Quercus Suber*) состоитъ изъ почти кубическихъ, тонкостѣнныхъ, сравнительно крупныхъ клѣтокъ, которыя переходятъ постепенно въ болѣе плоскія, сильнѣе утолщенные клѣтки, обозначающія границу годичнаго прироста; за этими послѣдними слѣдуютъ снова кубическія клѣтки. При дѣйствіи ѣдкаго кали, разрѣзъ окрашивается въ желтый цвѣтъ, преимущественно утолщенные его клѣтки; изученіе этихъ послѣднихъ показываетъ, что, какъ и у *Cytisus*, каждая стѣнка состоитъ изъ пяти слоевъ. — Третичный слой утолщенія и здѣсь обнаруживаетъ реакцію на клѣтчатку лишь послѣ соответственной его обработки. — Реакціи на суберинъ удаются здѣсь еще лучше, чѣмъ у *Cytisus*, въ особенности реакція на цериновую кислоту.

Весьма часто феллогенъ образуетъ не только пробковыя клѣтки въ центробѣжномъ направленіи, но еще и клѣтки коры, такъ наз. феллодерму, въ центростремительномъ направленіи. Феллодерма впрочемъ рѣдко достигаетъ такой значительной толщины, какъ у видовъ *Ribes*. — Если мы приготовимъ попе-

речные разрывы изъ старыхъ частей ствола *Ribes rubrum*, то подъ тонкостѣннымъ, бурымъ пробковымъ слоемъ найдемъ прежде всего феллогенъ, а подъ нимъ толстый слой хлорофиллоносныхъ плоскихъ клѣтокъ коры; послѣднія расположены также радіальными рядами, совпадающими съ рядами пробковыхъ клѣтокъ. Во внутреннихъ частяхъ феллодермы радіальное распределение элементовъ, вслѣдствіе послѣдующаго растяженія, теряется. Самыя внутреннія клѣтки феллодермы примыкаютъ къ колленхимѣ коры. Всѣ ткани, образовавшіяся изъ феллогена, обозначаются общимъ названіемъ перидермы, а слѣдовательно у *Ribes* перидерма будетъ состоять изъ пробки (фелема) и пробковой коры (феллодермы).—Любопытно сдѣлать разрывъ однолѣтнихъ вѣтокъ *Ribes nigrum*, въ которыхъ развитіе пробки началось недавно; — здѣсь легко наблюдать начало образованія феллодермы и въ то-же время убѣдиться, что феллогенъ у названнаго растенія залагается глубоко въ корѣ.—Ткани ствола, лежащія снаружи, отдѣленные пробковымъ слоемъ и лишеныя притока свѣжихъ соковъ, — бурѣютъ и вскорѣ отпадаютъ въ вѣ видѣ такъ наз. корки.

Паденіе листьевъ осенью совершается при помощи отдѣлительнаго слоя, который образуется раньше или позже во время періода вегетаціи и пересѣкаетъ поперекъ листовой черешекъ. Этотъ отдѣлительный слой представляетъ собою единственное новообразование, находимое нами у основанія листочковъ сложнаго листа, а также у основанія первичнаго черешка многихъ листьевъ (листья папоротниковъ и многихъ явнотрачныхъ). Мѣсто прикрѣпленія листа закрывается только въ послѣдствіи пробковымъ слоемъ или, какъ у папоротниковъ, простымъ засыханіемъ периферическихъ клѣтокъ. Въ другихъ случаяхъ, напротивъ, передъ паденіемъ листьевъ образуется у основанія первичнаго листового черешка перидерма, отдѣленная отъ отдѣлительнаго слоя нѣсколькими рядами округленныхъ клѣтокъ, которая послѣ паденія листа начинаетъ сильно разрастаться ⁴⁾. Мы рассмотримъ этотъ процессъ подробнѣе у *Aesculus Hippocastanum*. Исслѣдованіе можно производить какъ на свѣжемъ, такъ и на спиртовомъ матеріалѣ съ одинаковымъ удобствомъ. Отдѣлительный слой такъ-же какъ и пробковый слой лежатъ въ томъ мѣстѣ, которое образуетъ рѣзкую границу между бурою тканью коры и зеленою — листового черешка; вверху граница эта пересѣкаетъ уголъ, образуемый листовымъ черешкомъ съ пазушной почкой. Отдѣлимъ листовой черешекъ вмѣстѣ съ прилегающими участками коры и сдѣлаемъ его продольный осевой разрывъ; затѣмъ помощью бритвы приготовимъ нѣсколько тонкихъ продольныхъ разрывовъ, стараясь, чтобы нѣкоторые изъ нихъ захватили водонисто-сосудистый пучокъ. На такихъ разрывахъ, сдѣланныхъ изъ свѣжаго матеріала и наблюдаемыхъ

въ водѣ, пробковый слой становится замѣтнымъ уже при слабomъ увеличеніи въ видѣ свѣтлой буроватой полоски, лежащей между сильно побурѣвшими клѣтками коры и листового черешка. Въ спиртовомъ матеріалѣ стѣнки клѣтокъ коры и листового черешка остаются безпѣвны. На сторонѣ, обращенной къ корѣ, пробковый слой явственно красно-бурый; онъ состоитъ изъ 6—8 рядовъ клѣтокъ и краями своими примыкаетъ къ перидермѣ вѣтки. Его феллогенъ лежитъ на сторонѣ ствола; онъ пронизывается сосудистыми пучками листа. Между округленными клѣтками листового черешка, отдѣляясь отъ перидермы нѣсколькими рядами клѣтокъ, проходитъ отдѣлительный слой; онъ состоитъ также изъ нѣсколькихъ клѣтчатыхъ рядовъ и легко можетъ быть узнавъ, благодаря желтой своей окраскѣ, вновь образовавшимся перегородкамъ и обильному содержанию его клѣтокъ, заключающихъ между прочимъ маленькія крахмальные зерна. Отдѣлительный слой образуется незадолго до паденія листьевъ, между тѣмъ какъ перидерма существовала уже гораздо раньше; онъ проходитъ также черезъ живые элементы волокнисто-сосудистаго пучка. Клѣтки лишены почти совершенно запасныхъ веществъ; какъ показываетъ реакція на іодъ, онъ содержатъ лишь слѣды крахмала. Крахмалъ отсутствуетъ также въ элементахъ сосудистаго пучка какъ въ листѣ, такъ и въ корѣ; за то въ корѣ онъ встрѣчается весьма обильно въ окружности сосудистаго пучка. Тонкостѣнные элементы сосудистаго пучка выполнены сильно преломляющими свѣтъ массами, которыя даютъ реакцію танина. При изслѣдованіи свѣжихъ разрѣзовъ въ водѣ, послѣднія вскорѣ обнаруживаютъ голубую флуоресценцію, благодаря эскулину, находящемуся въ корѣ. Многія клѣтки листового черешка содержатъ кристаллическія друзы или одиночныя кристаллы щавелево-кислой извести. Обработывая препараты метильгрюнъ — уксусной кислотой, мы находимъ въ клѣткахъ черешка остатки протопласматическаго мѣшечка, клѣточныхъ ядеръ и хролофилловыхъ зеренъ. Желтыя зерна, происшедшія вслѣдствіе распаденія хролофилловыхъ, придаютъ листу его осеннюю окраску. Отдѣленіе листового черешка происходитъ внутри отдѣлительнаго слоя, клѣтки котораго округляются и разъединяются; волокнисто-сосудистые пучки въ соответственныхъ мѣстахъ при этомъ разрываются. Мѣсто прикрѣпленія листа покрыто округленными паренхиматическими клѣтками, лежавшими между отдѣлительнымъ и пробковымъ слоемъ, и потому кажется вначалѣ зеленоватымъ; клѣтки эти бурѣютъ и быстро засыхаютъ на воздухѣ. Обнаженные и разорванные элементы сосудистаго пучка отмираютъ и, какъ стѣнки, такъ и содержимое ихъ становится темно-бурымъ. Подъ этими мертвыми клѣтками даже и въ волокнисто-сосудистомъ пучкѣ образуется новый феллогенъ. Онъ происходитъ вслѣдствіе

дѣленія всѣхъ снабженныхъ живымъ содержимымъ элементовъ. Въ сосудахъ, лишенныхъ протоплазмы, процессы этотъ, само собой, не происходятъ; дѣлящіяся окружающія клѣтки вскорѣ сплюсциваютъ эти сосуды. Такимъ образомъ на мѣстѣ прикрѣпленія листа образуется сплошной пробковый слой постоянно утолщающійся. Между клѣточными рядами этого слоя можно въ послѣдствіи различать сплюсненные и вытянутые концы сосудовъ. Отмершіе концы сосудистыхъ пучковъ въ числѣ 5 — 7 торчатъ долго на цитовидной поверхности мѣста прикрѣпленія листа. Какъ особенно удобные объекты для изслѣдованія описаннаго здѣсь процесса, можно рекомендовать *Gymnocladus canadensis*, а также *Robinia Pseud-Acacia* или *Populus dilatata*; результаты, получаемые при изслѣдованіи только что названныхъ растений совпадаютъ существенно съ выше изложенными. Если мы помѣстимъ свѣжіе листья *Gymnocladus canadensis* или *Ailanthus glandulosa* во влажное, темное пространство, то листочки первыхъ опадаютъ при малѣйшемъ сотрясеніи уже послѣ 48 часовъ, листочки вторыхъ — на 4-й день. Продольные разрѣзы черезъ мѣста прикрѣпленія листочковъ показываютъ, что у основанія развился отдѣлительный слой. Такой-же отдѣлительный слой появляется у основанія общаго листоваго черешка на 6-й или 7-й день; при этихъ условіяхъ однако не образуется перидермы подъ отдѣлительнымъ слоемъ. Для опытовъ подобнаго рода могутъ служить также *Fraxinus excelsior* и *Juglans regia*.

Примѣчаніе къ XIV-му упражненію.

¹⁾ Литература у de Bary, Vergl. Anat. pag. 560; v. Höhnelt Stzber. d. math. naturw. Cl. d. k. Acad. d. W. in Wien, Bd. LXXVI, 1877.

²⁾ Klebahn, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVII.

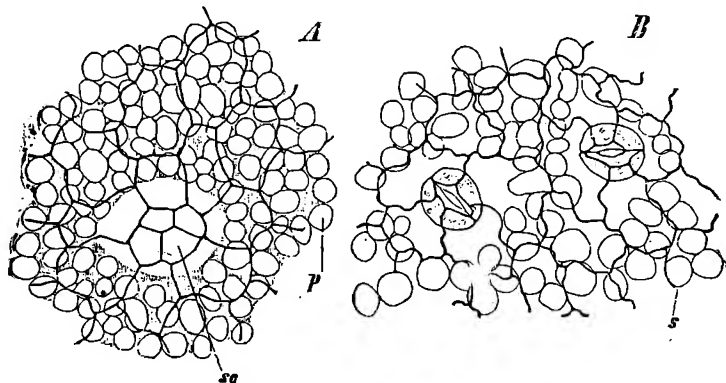
³⁾ Введены фонъ Генедемъ, Stzber, d. math. naturw. Cl. d. k. Akad. d. W. in Wien. Bd. LXXVI pag. 522.

⁴⁾ v. Mohl, Bot. Ztg. 1860. pag. 1, 132, 273. Bretfeld. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XII, pag. 133; van Tieghem et Guignard, Bull. d. l. soc. bot. de France, 28 Jul. 1882.

XV. Упражнение.

Строение листьевъ и цвѣточныхъ покрововъ. Окончание сосудистыхъ пучковъ.

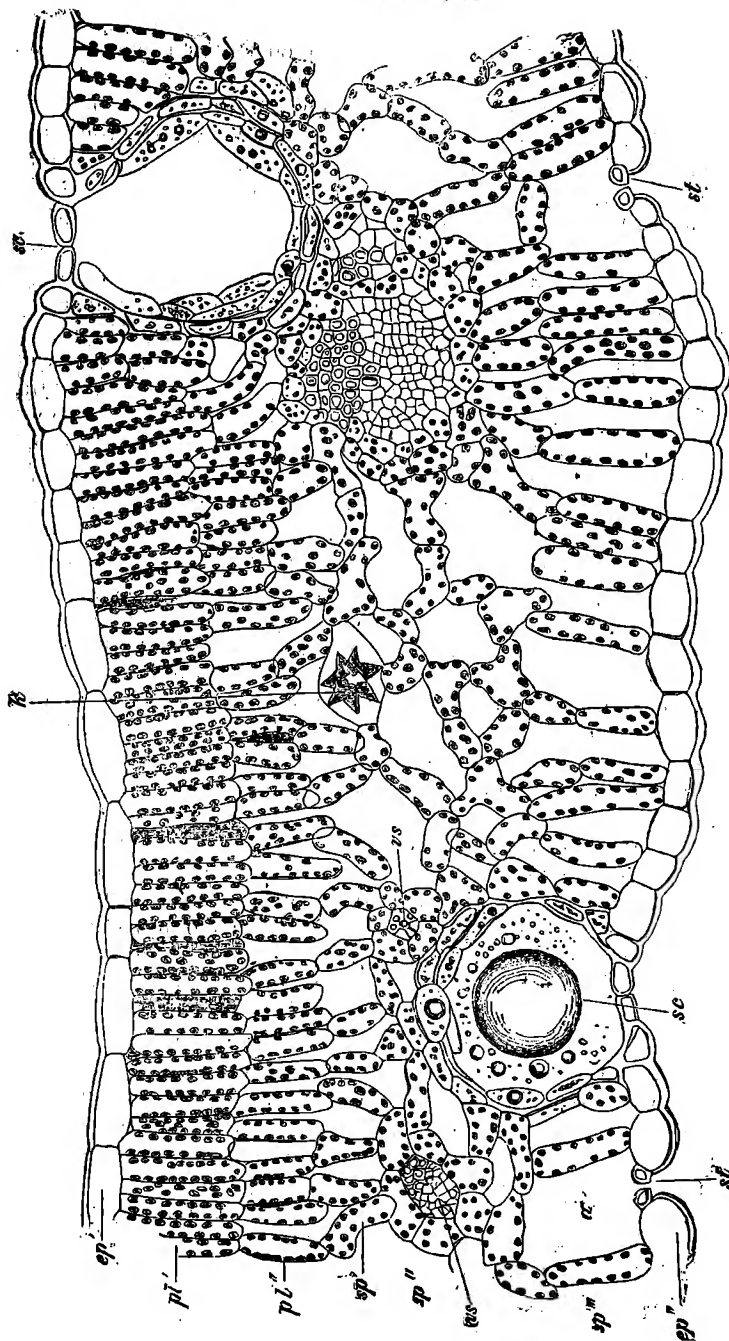
Попробуемъ теперь рядомъ примѣровъ уяснить себѣ строение листьевъ и цвѣточныхъ покрововъ. Прежде всего обратимся къ листьямъ и именно къ такимъ формамъ, внутреннее строение которыхъ обнаруживаетъ возможно большую дифференцировку. Первымъ примѣромъ пусть будетъ *Ruta graveolens*, листья которой сохраняютъ свою свѣжесть большею частію даже зимою. Листья этого растенія удвоенно-перистые, листочки обратно-яйцевидные; если ихъ разсматривать на свѣтъ, то обнаруживаются свѣтлыя точки — выстилки выдѣлений, наполненные эфирнымъ масломъ, «внутреннія желѣзы» въ ткани листа. Разсмотримъ эпидермисъ сначала съ поверхности и убѣдимся, что верхняя поверхность листа (фиг. 60, А) вовсе не имѣетъ ды-



Фиг. 60. Эпидермисъ и прилегающая къ нему ткань листа *Ruta graveolens*. А — эпидермисъ верхней поверхности, *sc* — эпидермальные клѣточки надъ выстилками выдѣлений, *p* — палисадная паренхима; В — эпидермисъ нижней поверхности, *s* — губчатая паренхима. Наполненные воздухомъ межклеточныя пространства въ А затушованы, въ В оставлены свѣтлыми.

хательныхъ устьицъ, или-же эти послѣднія встрѣчаются въ небольшомъ числѣ, между тѣмъ на нижней поверхности (В) ихъ много. Надъ выстилками выдѣлений лежитъ большею частію четыре клѣточки (А, *sc*), какъ это можно видѣть на эпидермисѣ

и верхней и нижней поверхности. Эти четыре клѣточки занимаютъ средину неглубокой впадины. Въ болѣе толстыхъ частяхъ препарата, въ которыхъ вмѣстилища выдѣлений остались неразрѣзанными, въ этихъ послѣднихъ видна сильно преломляющая свѣтъ капля. Опуская трубку микроскопа, можно убѣдиться, что къ эпидермису верхней поверхности прилегаетъ зеленая ткань, состоящая изъ клѣточекъ, съ округлыми въ оптическомъ разрѣзѣ очертаніями (*A, p*). Боковыя поверхности этихъ клѣточекъ почти совершенно разѣединены наполненными воздухомъ межклѣтными пространствами. Къ эпидермису нижней поверхности прилегаютъ тоже зеленныя, въ оптическомъ разрѣзѣ округлыя клѣточки (*B, s*), но въ значительно меньшемъ числѣ. Эти клѣточки тоже разѣединены воздухомъ и, раздвинутыя особенно сильно надъ дыхательными устьицами, образуютъ здѣсь большія дыхательныя полости (*B*). Послѣ этой ориентировки обратимся теперь къ поперечному разрѣзу, который мы сдѣлаемъ въ направленіи, перпендикулярномъ къ длинной оси листочка, по извѣстному уже намъ методу, именно, заключивъ листокъ для рѣзанія въ бузинную сердцевину. Поперечный разрѣзъ показываетъ намъ ткань листа или мезофиллѣ, лежащій между верхними кожицами обѣихъ поверхностей листа. Въ направленіи сверху внизъ, мы видимъ сначала эпидермисъ верхней поверхности (фиг. 61, *ep'*), затѣмъ двойной слой параллельныхъ, сильно удлинненныхъ, хлорофиллоносныхъ клѣточекъ, стоящихъ перпендикулярно къ верхней поверхности листа; мы ихъ называемъ палисадными клѣточками. Мы видѣли уже на поверхностномъ (параллельномъ поверхности листа) разрѣзѣ, что боковыя поверхности этихъ клѣточекъ почти совершенно разѣединены; напротивъ, въ двухъ слѣдующихъ одинъ за другимъ слояхъ, концы ихъ смыкаются безъ промежутковъ. Элементы втораго палисаднаго слоя (*pl''*) менѣе многочисленны, чѣмъ элементы перваго слоя и потому двѣ палисадныя клѣточки вышняго слоя прилегаютъ къ одной клѣточкѣ внутренняго. За этими двумя палисадными слоями слѣдуетъ рыхлая ткань, простирающаяся до самаго эпидермиса нижней поверхности и образуетъ съѣтъ съ большими петлями; мы называемъ ее губчатой паренхимой; она содержитъ нѣсколько меньше хлорофилла, нежели палисадная ткань, клѣточки верхняго слоя губчатой паренхимы (*sp'*) плотно соединены съ внутренними палисадными клѣточками и прилегаютъ обыкновенно къ нѣсколькимъ палисаднымъ клѣточкамъ. Всѣ палисадныя клѣточки соединяются своими нижними концами съ нижележащими клѣточками, и если концы нѣкоторыхъ палисадныхъ клѣточекъ кажутся свободными (какъ, на примѣръ, на прилагаемой фигурѣ), то это происходитъ отъ того, что соединеніе ихъ съ другими клѣточками лежитъ не въ плоскости изображенія. Также точно не существуетъ свободныхъ окончаній и



Фиг. 61. Поперечный разрезъ листа *Ruta graveolens*. *ep'* — эпидермисъ верхней поверхности; *ep''* — нижней поверхности; *rp'* — палисадная паренхима; *sp'* — губчатая паренхима; *k* — кристаллоносная клеточка; *sc* — сосудистый пучокъ; *st* — выстилка выдѣлений; *a* — дыхательная полость; *st* — дыхательное устье. Увел. 240.

въ губчатой паренхимѣ, и всѣ клѣточки соединены своими концами другъ съ другомъ. Клѣточки нижняго ряда губчатой паренхимы (*sp'''*) удлинены въ направлѣніи эпидермиса нижней поверхности и прилегаютъ къ нему приблизительно подъ прямымъ угломъ, вслѣдствіе чего здѣсь получается образованіе среднее между губчатою паренхимой и палисадною паренхимой. Дыхательныя полости (*a*) подъ дыхательными устьицами (*st*) остаются свободными. Нѣкоторыя клѣточки губчатой паренхимы содержатъ друзу щавелево-кислой извести (*k*). Эти клѣточки лишены хлорофилла, имѣютъ боченкообразную форму и представляются какъ-бы висящими среди зеленыхъ клѣточекъ. У краевъ листочка вышнія стѣнки клѣточекъ эпидермиса сильно утолщены. Палисадный слой становится у края одноряднымъ и переходитъ у нижней поверхности листа въ слой удлиненной губчатой паренхимы (*sp''*). Сосудистыя пучки лежатъ въ губчатой паренхимѣ; наибольшій изъ нихъ, срединный нервъ листочка, простирается съ одной стороны почти до внутренняго палисаднаго слоя, а съ другой—до нижняго слоя удлиненной губчатой паренхимы. Въ самомъ сосудистомъ пучкѣ легко различаемъ болѣе темныя сосуды и болѣе свѣтлую лубовую часть. Лучистое распредѣленіе элементовъ указываетъ на происшедшую въ теченіи нѣкотораго времени дѣятельность камбія. Вокругъ сосудистаго пучка существуетъ паренхимное влагалище, клѣтки котораго уже содержатъ хлорофилловыя зерна, и къ которому прикрепляются клѣточки губчатой паренхимы. Сходное строеніе имѣютъ и меньшіе сосудистыя пучки, какъ напримѣръ изображенный на рисункѣ. На поперечномъ разрѣзѣ встрѣчаются и еще меньшіе сосудистыя пучки (*vs*), состоящіе только изъ небольшого числа сосудовъ и элементовъ луба; они бываютъ непосредственно окружены влагалищемъ изъ удлиненныхъ паренхимныхъ клѣточекъ. Вмѣстилища выдѣленій (*sc*) прилегаютъ къ эпидермису верхней или нижней поверхности. Они имѣютъ округлыя очертанія и ограничены слоемъ болѣе или менѣе дезорганизованныхъ клѣточекъ, за которымъ слѣдуетъ слой плоскихъ клѣточекъ съ зернистымъ содержимымъ и довольно толстыми бѣлыми стѣнками. Къ этимъ клѣткамъ примыкаетъ хлорофиллоносный мезофилъ. Эпидермальные клѣточки, лежащія надъ вмѣстилищами выдѣленій, болѣе плоскія, нежели сосѣднія. Летучее масло легко удаляется посредствомъ алкоголя. — Поверхностные разрѣзы у основанія общаго черешка обнаруживаютъ эпидермисъ изъ болѣе вытянутыхъ клѣточекъ, съ дыхательными устьицами какъ на верхней, такъ и на нижней сторонѣ. Подъ эпидермисомъ лежитъ слой удлиненныхъ, колленхимообразныхъ клѣточекъ, а затѣмъ уже хлорофиллоносная ткань. На поперечномъ разрѣзѣ видимъ сначала эпидермисъ, утолщенный съ вышней стороны, затѣмъ однорядный слой утолщенныхъ колленхимныхъ клѣточекъ, ко-

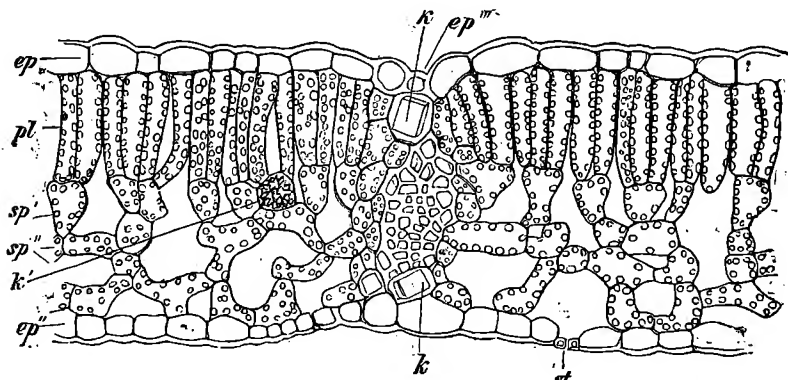
торыхъ нѣтъ только подъ дыхательными устьицами. Два или три слоя палисадообразно удлинённыхъ зеленыхъ клѣточекъ вездѣ одинаково развиты, но на нижней сторонѣ образуютъ нѣсколько менѣе плотную ткань. Къ этимъ слоямъ прилегаютъ круглыя, сначала зеленныя, а затѣмъ безцвѣтныя клѣточки, которыя, по направленію внутрь, становятся больше. Въ этомъ цилиндрѣ изъ безцвѣтныхъ клѣточекъ проходятъ сосудистыя пучки, изъ которыхъ наибольшій идетъ вдоль средины, но ближе къ нижней сторонѣ; другіе пучки располагаются кругомъ этого, въ обѣ стороны становятся меньше, и древесинныя части ихъ обращены къ срединѣ черешка. Болѣе значительныя изъ этихъ пучковъ покрыты снаружи склеренхимными волокнами. Въ подобныхъ пучкахъ и дѣятельность камбія очевидно продолжалась болѣе долгое время, образуя по направленію внутрь вторичную древесину, а наружу — вторичный, тонкостѣнный лубъ. Болѣе значительной величины сосуды находятся только во внутреннихъ частяхъ сосудистаго пучка, периферическія же части содержатъ только трахеиды съ окаймленными порами.

Для втораго примѣра возьмемъ листья *Fagus silvatica*. Благодаря незначительной толщинѣ этихъ листьевъ, изъ нихъ гораздо труднѣе сдѣлать тонкій разрѣзъ; а потому межъ двухъ кусочковъ бузины надо класть очень узкія полоски листа. Дыхательными устьицами снабженъ только эпидермисъ нижней стороны. Къ эпидермису верхней стороны (фиг. 62, *ep*) въ листьяхъ, взятыхъ съ освѣщаемыхъ солнцемъ мѣстъ, прилегаетъ слой значительно удлинённыхъ палисадныхъ клѣточекъ (*pl*), которыя въ большей или меньшей степени отдѣлены одна отъ другой межклѣтными пространствами. Кънизу онѣ сходятся пучкообразно и къ каждому пучку примыкаетъ одна или нѣсколько воронкообразно расширенныхъ клѣточекъ губчатой паренхимы (*sp'*). Эти послѣднія соединяются съ удлинёнными клѣточками губчатой паренхимы, образуя вмѣстѣ съ ними рыхлую сѣть, простирающуюся до эпидермиса нижней стороны (*ep''*). Среди клѣточекъ губчатой паренхимы находятся отдѣльныя клѣточки, содержащія кристаллическую друзу (*k'*). Главный нервъ и боковые нервы перваго порядка сильно выдаются на нижней поверхности листа въ видѣ листовыхъ жилокъ. Выдающаяся часть приблизительно въ двое толще остальныхъ частей листа. Сосудистый пучекъ вдается въ выдающуюся жилку. Эта послѣдняя покрыта удлинёнными клѣточками эпидермиса, за которыми слѣдуютъ удлинённые колленхимныя клѣточки. Къ послѣднимъ примыкаютъ клѣточки, содержащія по одному кристаллу, а за ними слѣдуетъ многорядный слой склеренхимныхъ волоконъ, образующихъ влагалище вокругъ всего сосудистаго пучка. Съ верхней стороны палисадный слой надъ сосудистымъ пучкомъ въ

одномъ мѣстѣ прерывается и замѣщается колленхимой, за которою слѣдуетъ узкая полоска удлинённыхъ кѣловокъ эпидермиса (ер. также при ер^{'''}). Склеренхимное влагалище окружено слоемъ хлорофиллозныхъ кѣлочекъ, къ которымъ примыкають кѣлочки губчатой паренхимы.

Нервы представляютъ механическую систему листьевъ, которые должны быть построены такъ, чтобъ они оказывали сопротивление сгибанію. Балки распределены равномерно на поверхности листа, плоскость сопротивленія направлена перпендикулярно къ этой поверхности. Верхняя поверхность листа главнымъ образомъ напряжена на растяженіе, нижняя на сжатіе. Балки въ настоящемъ случаѣ имѣють I-образную форму; сосудистый пучокъ образуетъ заполненіе балки. Способность сопротивленія подвѣрженной сжатію нижней схватки увеличивается возможно болѣе глубокимъ отдѣленіемъ ея изъ нижней поверхности листа въ выдающіеся его нервы. Пластика листа сильно натянута нервами и вмѣстѣ съ этимъ получаетъ при помощи послѣднихъ необходимую прочность, ограждающую ее отъ разрыва.

Сосудистые пучки меньшіе, чѣмъ изображенный на нижеслѣдующемъ рисункѣ, съ верхней и нижней стороны усилены только нѣсколькими склеренхимными волокнами. Послѣднія развѣтвленія сосудистыхъ пучковъ лишены склеренхимнаго покро-



Фиг. 62. Поперечный разрывъ листа *Fagus silvatica*. *ep* — эпидермисъ; *pl* — палисадная паренхима; *sp* — губчатая паренхима; *k* — кристаллоносныя кѣлочки, въ *k'* кристаллическая друза; *st* — дыхательное устьеце. Увел. 360.

ва, и вся ихъ окружность покрыта непосредственно паренхимнымъ влагалищемъ. Мелкіе сосудистые пучки сопровождаются съ древесинной и съ лубовой стороны кристаллоносными кѣлочками (*k*). Какъ на нижней, такъ и на верхней сторонѣ листа кѣлочки эпидермиса надъ ними нѣсколько удлинены и образу-

ють немного углубленные полоски. Клеточки эпидермиса надъ нервами несутъ склеренхимобразные волоски, которые однако на поляхъ выросшихъ частяхъ листа опадаютъ.

Не трудно убѣдиться, что листья бука съ солнечныхъ мѣстностей значительно толще и тѣмъ тоньше становятся, чѣмъ въ большей тѣни развиваются ²⁾). Утолщеніе, какъ въ томъ убѣждаетъ микроскопическое изслѣдованіе, происходитъ на счетъ палисадной паренхимы, которая можетъ значительно удлиниться и стать многослойной. Палисадная паренхима представляетъ именно ту ткань, которая приспособлена для сильнаго освѣщенія, между тѣмъ какъ губчатая паренхима принаровлена для свѣта меньшей интенсивности. Въ палисадныхъ клеточкахъ хлорофилловыя зерна видны только въ профиль, т. е. распределенными вдоль длинныхъ боковыхъ стѣнокъ, гдѣ они, смотря по интенсивности освѣщенія, вдаются только больше или меньше въ полость клеточки. Напротивъ того, въ клеточкахъ губчатой паренхимы хлорофилловыя зерна могутъ обнаружить, соотвѣтственно интенсивности освѣщенія, или плоскостное положеніе или боковое (въ профиль), т. е. располагаются или у параллельныхъ, или у вертикальныхъ къ поверхности листа стѣнокъ. Лучи свѣта встрѣчаютъ раньше хлорофилловыя зерна палисадныхъ клеточекъ, между тѣмъ какъ клеточки губчатой паренхимы получаютъ свѣтъ, уже ослабленный поглощеніемъ въ палисадныхъ клеточкахъ. Последний недостатокъ умѣряется частію тѣмъ, что въ клеточкахъ губчатой паренхимы хлорофилловыя зерна могутъ принимать плоскостное положеніе. Но если сила освѣщенія становится для губчатой паренхимы слишкомъ большою, то ея хлорофилловыя зерна переходятъ въ боковое положеніе. Въ буковыхъ листьяхъ, развившихся подъ вліяніемъ самага сильнаго освѣщенія, почти вся зеленая ткань состоитъ изъ палисадной паренхимы, между тѣмъ приблизительно въ три раза тоньше листья, выросшіе въ глубокой тѣни, обнаруживаютъ почти одну только губчатую паренхиму.

• Прибавимъ ³⁾ къ нашимъ морфологическимъ изслѣдованіямъ еще нѣкоторые фізіологическія соображенія и проверимъ ихъ на микроскопическихъ препаратахъ.

Ассимиляція углерода происходитъ въ хроматофорахъ определенной окраски, у высшихъ растений именно, въ зеленыхъ хлорофилловыхъ зернахъ. Слѣдовательно, только эти окрашенные протоплазматическія тѣла обладаютъ способностію разлагать подъ вліяніемъ достаточно сильнаго свѣта углекислоту и воду и образовать изъ нихъ богатыя углеродомъ соединенія. Процессъ этотъ долженъ происходить главнымъ образомъ въ палисадныхъ клеткахъ, и потому эти послѣднія въ фізіологическомъ отношеніи можно назвать по преимуществу ассимиля-

торными клѣточками. Палисадныя-же клѣточки, какъ мы видѣли, въ боковомъ направленіи болѣе или менѣе значительно отдѣлены одна отъ другой, а по направленію внутрь сходятся пучкообразно. Поэтому ассимилированные вещества не передаются изъ клѣточки въ клѣточку въ боковомъ направленіи, а направляются внутрь листа. Здѣсь къ пучкамъ палисадныхъ клѣточекъ примыкаютъ клѣточки губчатой паренхимы, которыя въ мѣстахъ соединенія часто бываютъ расширены (*sp'* фиг. 61) и которыя, по своей физиологической функціи, могутъ быть названы принимающими или собирающими клѣточками. Слѣдующія за ними клѣточки губчатой паренхимы, съ той-же точки зрѣнія, могутъ быть названы приводящими (фиг. 61 и 63). Губчатая паренхима заключаетъ болѣе значительныя воздушныя полости, которыя сообщаются съ дыхательными полостями дыхательныхъ устьицъ; она представляетъ собою поэтому и «вентиляціонную ткань». Вмѣстѣ съ тѣмъ она и «транспираціонная ткань», такъ какъ на поверхности ея клѣточекъ происходитъ обильное испареніе въ межклѣтныя пространства. Наконецъ, собирающая и приводящая ткань, благодаря содержащемуся въ ней хлорофиллу, представляетъ собою и ассимиляторную ткань. Клѣточки губчатой паренхимы примыкаютъ къ паренхимнымъ влагалищамъ сосудистыхъ пучковъ. Въ концѣ концовъ онѣ доставляютъ этимъ послѣднимъ продукты ассимиляціи, которые проводятся дальше, частію по самымъ паренхимнымъ влагалищамъ, частію-же по лубовымъ элементамъ сосудистыхъ пучковъ, вслѣдствіе чего эти послѣдніе представляютъ собою проводящіе пучки. Но вмѣстѣ съ тѣмъ сосудистые пучки являются проводящими пучками для воды, которая движется по древесинной части и передается отсюда окружающей ткани, собираясь отчасти въ эпидермисъ, играющемъ роль воднаго резервуара. Отводящая ткань окружающаго сосудистый пучокъ паренхимнаго влагалища образуетъ въ то-же время своими утолщенными, придающими крѣпость «механическими» клѣточками—выдающіяся жилки листьевъ, въ качествѣ «паренхимы нервовъ» (*Nervenparenchym*). Эта паренхима нервовъ продолжается въ основную ткань листового черешка, которая состоитъ главнымъ образомъ — какъ мы это видѣли у *Rufa* — изъ приводящихъ или отводящихъ и механическихъ элементовъ. Ассимиляторныя клѣточки играютъ въ ней лишь подчиненную роль.

Разсмотримъ теперь внутреннее строеніе листочка цвѣточного покрова и воспользуемся этимъ благопріятнымъ случаемъ, чтобы познакомиться съ прохожденіемъ и окончаніемъ сосудистыхъ пучковъ въ этомъ послѣднемъ. Лепестки *Verbascum nigrum* дадутъ возможность рассмотреть вѣтвленіе и окончаніе сосудистыхъ пучковъ и узнать строеніе нѣжныхъ лепестковъ вѣнчика. Воздухъ, пристающій къ свѣтло-желтому ле-

пестку, легко удаляется постукиваніемъ по покровному стеклышку. Алкоголь въ данномъ случаѣ нельзя примѣнить, такъ какъ онъ портитъ ясность препарата. Лепестокъ обнаруживаетъ нѣжный эпидермисъ на верхней и нижней сторонѣ и отъ двухъ до четырехъ слоевъ клѣточекъ губчатой паренхимы. У краевъ находимъ только два слоя, и число ихъ возрастаетъ по направлению къ срединѣ, пока не достигнетъ четырехъ. Какъ наиболѣе развитые сосудистые пучки, такъ и такія ихъ развѣтвленія, которыя редуцированы до того, что состоятъ изъ однихъ спиральныхъ сосудовъ, окружены слоемъ удлиненныхъ, тонкостѣнныхъ паренхимныхъ клѣтокъ. Такія паренхимныя влагалица замыкаются спереди надъ окончаніями пучковъ. Въ ихъ клѣточкахъ наблюдается движеніе протопласмы. Сильно развѣтвленныя клѣточки губчатой паренхимы примыкаютъ къ элементамъ паренхимнаго влагалица. Особенно поучителенъ видъ окончаній сосудистыхъ пучковъ въ тѣхъ случаяхъ, когда клѣточки губчатой паренхимы примыкаютъ къ влагалицу лучисто.

Лепестки *Paraver Rhoeas*, послѣ того какъ воздухъ съ нихъ удаленъ постукиваніемъ по покровному стеклышку, тоже можно изучать безъ предварительной препарировки. Здѣсь, кромѣ эпидермиса верхней и нижней стороны, находимъ только одинъ слой губчатой паренхимы. Сосудистые пучки нигдѣ не оканчиваются свободно, но собираются въ видѣ сходящихся дугъ къ краю листа. Они окружены на всемъ своемъ протяженіи однослойнымъ паренхимнымъ влагалицемъ. Къ этому послѣднему примыкаютъ съ обѣихъ сторонъ клѣточки губчатой паренхимы.

Прикѣпаніе къ XV-му упражненію.

¹⁾ Срав. Haberlandt, in Encykl. d. Naturwiss., Handb. d. Bot. Bd. II., pag 614; J. v. Sachs, Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie pag. 59 ff.

²⁾ Срав. Stahl, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVI, 1883; Ueber den Einfl. des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter.

³⁾ Срав. Haberlandt, in Encykl. d. Naturwiss., Handb. d. Bot. II., pag. 640.

XVI. Упражнение.

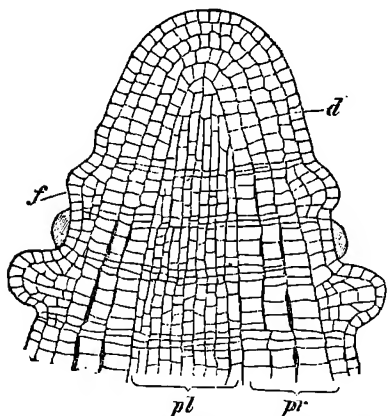
Конусъ возрастанія стебля, дифференцировка тканей, прохождение сосудистыхъ пучковъ.

Теперь задача наша будетъ состоять въ томъ, чтобы на нѣсколькихъ удачно выбранныхъ примѣрахъ познакомиться съ строеніемъ точекъ возрастанія у сосудистыхъ растений. Для перваго примѣра избираемъ явноточное растение съ сильно развитымъ, легко препарируемымъ конусомъ возрастанія, именно *Hippuris vulgaris* ¹⁾. Для изслѣдованія беремъ сильные побѣги. Отрѣзываемъ у такихъ побѣговъ на разстояніи около одного сантиметра отъ вершины стебля верхушечныя почки и удаляемъ съ нихъ сперва всѣ болѣе крупные листья. Затѣмъ зажимаемъ почку, верхушкою книзу, между большимъ и указательнымъ пальцами и стараемся сдѣлать изъ нея срединный продольный разрѣзъ. Съ этою цѣлю проводятъ бритву между двумя пальцами въ возможно болѣе отвѣсномъ направленіи. Сначала разрѣзываютъ почку пополамъ. Каждую половину въ свою очередь рѣжутъ такимъ же образомъ. Затѣмъ выбираютъ ближайшій къ срединѣ разрѣзъ и, если онъ еще не достаточно тонокъ, разрѣзываютъ его опять пополамъ и поступаютъ такъ до тѣхъ поръ, пока не получится достаточно тонкій разрѣзъ. На первый разъ эта операція можетъ быть и не удастся, но вообще не представляетъ слишкомъ большихъ затрудненій и упражненіемъ она усваивается скоро. Впрочемъ, кто не можетъ преодолѣть являющагося вначалѣ затрудненія, тотъ можетъ достигнуть цѣли и другимъ путемъ. вмѣсто зажиманія между пальцами, предметъ помѣщаютъ между двухъ плоскихъ кусочковъ бузиновой сердцевины и проводятъ бритву между этими послѣдними. Конечно, удачный разрѣзъ зависитъ при этомъ способѣ больше отъ случая. Предметы, которые, подобно настоящему, обладаютъ достаточною толщиною и плотностію, можно также зажимать межъ двухъ кусочковъ бузиновой сердцевины и рѣзать вмѣстѣ съ этими послѣдними, какъ мы уже дѣлали это въ прежнихъ случаяхъ.

Изъ числа полученныхъ разрѣзовъ выбираемъ затѣмъ для изслѣдованія дѣйствительно срединный; мы узнаемъ его по тонкому, правильно развитому конусу возрастанія. Этотъ конусъ возрастанія образуетъ листья въ видѣ многочисленныхъ

мутовокъ, и потому они поднимаются на нѣкоторомъ разстояніи отъ вершины по окружности конуса возрастанія въ видѣ отдѣльныхъ, равномернo распреѣленныхъ бугорковъ. Ниже второй отъ верху мутовки начинаютъ обозначаться стеблевые узлы, въ видѣ поперечныхъ, болѣе плотныхъ пластинокъ тѣни, надъ которыми и подъ которыми, въ корѣ стебля, появляются воздушные ходы. Эти воздушные ходы, простирающіеся отъ одной узловой пластинки до другой, увеличиваются по мѣрѣ увеличенія толщины стебля. Междоузлія быстро и равномернo удлиняются, и, соотвѣтственно, этому возрастаетъ и толщина ихъ. Приблизительно подъ четвертою сверху мутовкою начинаютъ развиваться въ стеблѣ сосуды. Они очень хорошо обнаруживаются, если подѣйствовать ѣдкимъ кали. Сосуды появляются въ продольной оси стебля. Они принадлежатъ сосудистому пучку, который нарастаетъ акропетально и заканчивается кверху отдѣльными кольчатыми сосудами. Только въ десятомъ—двѣнадцатомъ узлѣ обнаруживаются тѣ сосуды, которые принадлежатъ листьямъ. Такимъ образомъ, мы находимъ у *Hippuris* только одинъ, принадлежащій стеблю сосудистый пучекъ, который поэтому называютъ «стеблевымъ»; а къ нему прикладываются соудистые пучки, принадлежащіе листьямъ и потому называемые «листовыми».—Въ пазухахъ листьевъ, недалеко отъ верхушки, начинаютъ подниматься плоскіе бугорки, которые представляютъ зачатки вѣрообразныхъ чешуекъ, сидящихъ на одноклѣтной ножкѣ. Зачатки стеблевыхъ (осевыхъ) почекъ встрѣчаемъ только у такихъ экземпляровъ, которые находятся въ цвѣтеніи.—Чтобы подробнѣе познакомиться съ строеніемъ конуса возрастанія, возьмемъ хорошій срединно-продольный разрѣзъ и обработаемъ его (Eau de Javelle ²⁾). Тотчасъ-же въ препаратѣ начинаютъ отдѣляться пузырьки газа. Смотра по обстоятельствамъ, дѣйствіе реактива должно продолжаться больше или меньше времени. Наилучшіе препараты получаютъ изъ алкогольнаго матеріала. Eau de Javelle растворяетъ клѣточное содержимое, причемъ ясно обнаруживаются стѣнки клѣточекъ. Вскорѣ ясно можно различать ряды клѣточекъ. Какъ только необходимая степень просвѣтленія уже достигнута, препаратъ промываютъ въ водѣ. Если разрѣзъ сдѣланъ слишкомъ прозрачнымъ, то его можно исправить посредствомъ прибавленія алкоголя или раствора квасцовъ. Если-бы къ препарату пристали выѣлившіяся зерна извести, то для ихъ удаленія прибавляютъ сильно разбавленной уксусной кислоты. Промытые препараты можно сохранять въ глицеринѣ, но только надо ихъ класть въ сильно разбавленный глицеринъ, которому даютъ медленно сконцентрироваться на воздухѣ. Eau de Javelle можно примѣнять какъ въ этомъ, такъ и въ другихъ случаяхъ, когда требуется растворить содержимое клѣточекъ и обнаружить ихъ стѣнки. На кути-

низированныя оболочки Eau de Javelle начинаетъ вскорѣ дѣйствовать. Если клѣточки счѣнь богаты содержаніемъ запасныхъ веществъ, то употребленіе Eau de Javelle представляетъ много преимуществъ. Если не имѣется подъ рукою Eau de Javelle, то разрѣзъ обрабатываютъ концентрированнымъ растворомъ ѣдкаго кали, промываютъ и кладутъ въ концентрированную уксусную кислоту. Спустя немного времени, его разсматриваютъ въ той-же уксусной кислотѣ или въ уксусно-кисломъ кали. Хорошо при этомъ класть разрѣзъ не непосредственно на предметную пластинку, но на лежащее на этой послѣдней покровное стеклышко, послѣ чего препаратъ накрывается другимъ покровнымъ стеклышкомъ. Это даетъ возможность, въ случаѣ надобности, перевернуть разрѣзъ вмѣстѣ съ покровными стеклышками на другую сторону и, такимъ образомъ, можно его рассмотреть съ обѣихъ сторонъ; но должно смотрѣть, чтобы жидкость не попала подъ нижнее покровное стеклышко. — Мы констатируемъ теперь при болѣ сильномъ увеличеніи (срав. фиг. 63) совершенно опредѣленное расположеніе клѣточекъ въ «меристемѣ» конуса возрастанія.



Фиг. 63. Продольный разрѣзъ конуса возрастанія *Hippuris vulgaris*. *d*—дерматогенъ; *pr*—перилема; *pl*—плерома; *f*—зачатокъ листа. Увел. 240.

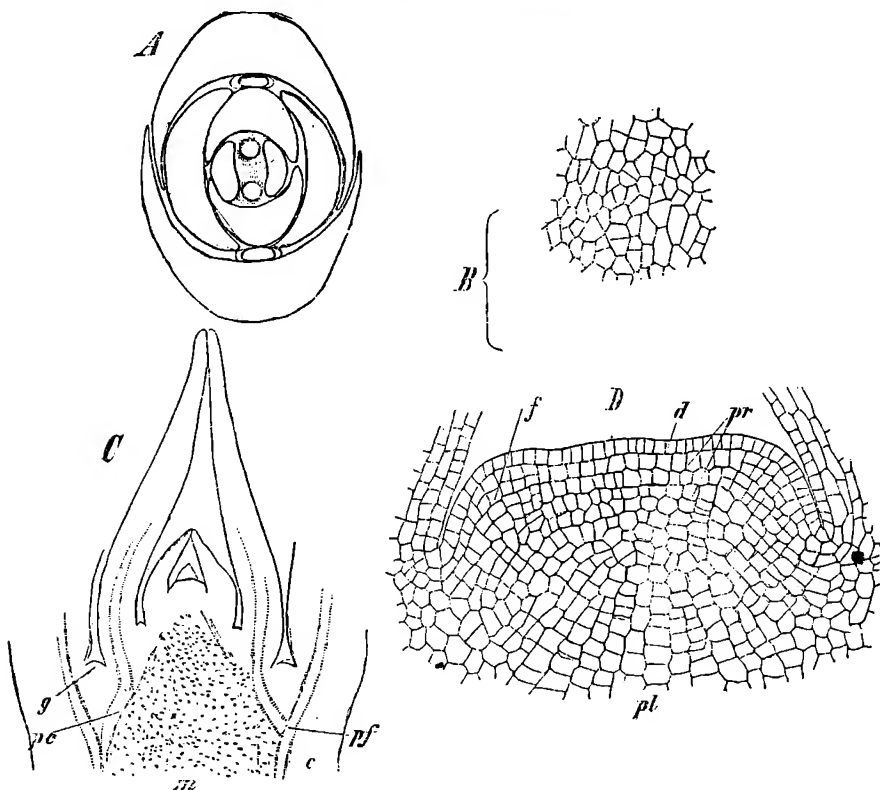
Мы видимъ колпачкообразные слои клѣточекъ, перегородки которыхъ образуютъ систему конфокальных параболъ. Самый поверхностный слой, покрывающій конусъ возрастанія и переходящій въ видѣ одноряднаго слоя и на зачатки листьевъ, есть дерматогенъ (*d*), производящій эпидермисъ. Подъ этимъ слоемъ можно прослѣдить въ верхушкѣ еще четыре или даже большее число недифференцированныхъ (меристемныхъ) слоевъ, которые принадлежатъ «перилемѣ» (*pr*), изъ которой развивается кора стебля. Наконецъ, находимъ еще центральный цилиндръ, который къверху заостряется конусообразно и оканчивается большею частію одной клѣточкой и изъ котораго, какъ можно убѣдиться по болѣе удаленнымъ отъ верхушки частямъ разрѣза, происходитъ осевой сосудистый пучекъ стебля. Эту ткань называютъ плеромою (*pl*). Такимъ образомъ эпидермисъ, кора и осевой сосудистый пучекъ имѣютъ у *Hippuris* свои собственные «гистогены». Отдѣльной вершущей клѣточки не существуетъ, но отдѣльные гистогены заканчиваются близъ верхушки конуса возрастанія одною или

несколькими конуса возрастанія. Мы видимъ колпачкообразные слои клѣточекъ, перегородки которыхъ образуютъ систему конфокальных параболъ. Самый поверхностный слой, покрывающій конусъ возрастанія и переходящій въ видѣ одноряднаго слоя и на зачатки листьевъ, есть дерматогенъ (*d*), производящій эпидермисъ. Подъ этимъ слоемъ можно прослѣдить въ верхушкѣ еще четыре или даже большее число недифференцированныхъ (меристемныхъ) слоевъ, которые принадлежатъ «перилемѣ» (*pr*), изъ которой развивается кора стебля. Наконецъ, находимъ еще центральный цилиндръ, который къверху заостряется конусообразно и оканчивается большею частію одной клѣточкой и изъ котораго, какъ можно убѣдиться по болѣе удаленнымъ отъ верхушки частямъ разрѣза, происходитъ осевой сосудистый пучекъ стебля. Эту ткань называютъ плеромою (*pl*). Такимъ образомъ эпидермисъ, кора и осевой сосудистый пучекъ имѣютъ у *Hippuris* свои собственные «гистогены». Отдѣльной вершущей клѣточки не существуетъ, но отдѣльные гистогены заканчиваются близъ верхушки конуса возрастанія одною или

нѣсколькими «иниціальными» клѣточками. Должно однако теперь же замѣтить, что не у всѣхъ явнобрачныхъ въ конусѣ возростанія различаются «гистогены» такъ отчетливо, какъ въ данномъ случаѣ. У многихъ голосѣмянныхъ (*Abietineae*, *Cusadeae*) не существуетъ рѣзкой границы между дерматогеномъ и периблемою, иногда даже и периблема отъ плеромы отличается незамѣтно. У покрытосѣмянныхъ дерматогенъ всегда рѣзко отдѣляется, но границы между периблемою и плеромою часто не бываетъ. Поэтому, здѣсь важно не различіе тканей, простирающееся въ меристему конуса возростанія, но механическое расположение стѣнокъ клѣточекъ, придающее молодой ткани необходимую крѣпость. Въ этомъ расположеніи ясно обнаруживается прямоугольное пересѣченіе антиклинныхъ, т. е. перпендикулярныхъ къ поверхности, съ периклинными, т. е. параллельными къ поверхности стѣнками ³⁾. Тѣмъ не менѣе, названія: дерматогенъ, периблема, плерома можно удерживать, потому что расположение слоевъ клѣточекъ, подобное разсмотрѣнному нами у *Hippuris*, часто повторяется въ конусахъ возростанія различныхъ явнобрачныхъ и потому термны эти могутъ быть удобны для обозначенія опредѣленныхъ частей конуса возростанія. Изъ дерматогена у покрытосѣмянныхъ растений, за немногими исключеніями, развивается одинъ только эпидермисъ. Но система сосудистыхъ пучковъ не всегда приурочена къ плеромѣ, а можетъ замѣщаться и въ периблемѣ. — Для образованія зачатковъ листьевъ въ самомъ наружномъ слоеъ периблемы происходятъ сначала периклиническія дѣленія (при *f*), за которыми слѣдуютъ антиклиническія. Дерматогенъ вытягивающагося участка остается однослойнымъ, онъ дѣлится только антиклиническими перегородками. Также точно при образованіи зачатковъ почекъ въ наружномъ слоеъ периблемы происходятъ периклиническія и антиклиническія, а въ дерматогенѣ только антиклиническія дѣленія.

Разсмотримъ теперь плоскій конусъ возростанія, свойственный большинству явнобрачныхъ. Примѣромъ можетъ служить *Euphrasia japonicus* ⁴⁾, который разводятъ въ качествѣ украшающаго кустарника во всѣхъ садахъ, и почки котораго легко рѣзать. Сначала дѣлаемъ поперечные разрѣзы, чтобы познакомиться съ видомъ конуса возростанія сверху. Разрѣзы эти обрабатываемъ такимъ же образомъ, какъ и разрѣзы изъ *Hippuris*. При слабомъ увеличеніи конусъ возростанія представится намъ въ видѣ плоскаго бугорка, окруженнаго самыми молодыми зачатками листьевъ. Эти послѣдніе располагаются въ видѣ чередующихся двучленныхъ мутовокъ, т. е. навкрестъ, какъ обыкновенно говорить. Каждая новая пара листьевъ появляется, послѣ соотвѣтственнаго увеличенія конуса возростанія, противъ промежутковъ двухъ предъидущихъ листьевъ (фиг. 64, А). Если употребимъ теперь болѣе сильное увеличеніе, то весьма

легко можно будет прослѣдить расположение клеточекъ на верхушкѣ. Фиг. 64, *B* даетъ подобное изображение; особой верхушечной клеточки не существуетъ. — Поперечные разрѣзы, проведенные близко отъ верхушки, обнаруживаютъ скоро начинающуюся дифференцировку на первичную сердцевину, «прокамбій», который долженъ произвести сосудистые пучки, и первичную кору. Прокамбiальный поясъ имѣетъ здѣсь въ разрѣзѣ



Фиг. 64. Верхушка стебля *Euphorbia japonicus*. *A* — видъ ея сверху, увел. 12 разъ. *B* — конусъ возрастанiя сверху, увел. 240 разъ. *C* — срединно-продольный разрѣзъ верхушки стебля, увел. 28 разъ. *D* — срединно-продольный разрѣзъ конуса возрастанiя, увел. 240 разъ. *d*—дерматогенъ; *pr*—перилема; *pl*—плерома; *f*—зачатокъ листа; *g*—зачаточекъ почки; *pf*—листовыя слѣды; *pc*—кольцо прокамбiя; *t*—сердцевина; *c*—кора.

форму ромбической фигуры съ нѣсколькими выдающимися и закругленными ребрами. Эта фигура удлиняется попеременно въ направленiи вновь присоединяющихся прокамбiальныхъ пучковъ. Прокамбiй состоитъ изъ тонкостѣнныхъ, узкихъ, радиально рас-

положенныхъ клѣточекъ. Въ углахъ фигуры начинается развитіе элементовъ сосудистаго пучка: элементовъ протофлоэмы съ наружной и спиральныхъ сосудовъ съ внутренней стороны прокамбіальнаго пояса. Этотъ поясъ начинающейся дифференцировки элементовъ сосудистыхъ пучковъ не ограничивается отъ прочихъ элементовъ прокамбіальной ткани. Прокамбіальный поясъ прерывается въ мѣстахъ приложенія листовыхъ сосудистыхъ пучковъ, чтобы принять ихъ. Въ пазухахъ молодыхъ листьевъ мы находимъ по одной пазушной почкѣ. — Срединно-продольный разрѣзъ представленъ слабо увеличеннымъ на фиг. 64, С. Плоскій конусъ возрастанія, постепенно увеличивающіеся зачатки листьевъ, пазушныя почки (*g*), дифференцировка первичной сердцевинны (*m*), прокамбіальнаго пояса (*pc*), общихъ листьямъ и стеблю пучковъ [такъ называемыхъ листовыхъ слѣдовъ (*pf'*)] и первичной коры (*c*) видны сразу. Сердцевина и кора содержатъ большое количество друзъ щавелево-кислой извести. Въ свѣжихъ, изслѣдуемыхъ въ водѣ разрѣзахъ, сердцевина и кора представляются зеленоватыми, между тѣмъ какъ прокамбіальный поясъ кажется свѣтлымъ. Чтобы прослѣдить распредѣленіе клѣточекъ въ конусѣ возрастанія, опять примѣняемъ ѣдкое кали и уксусную кислоту. Снаружи конуса возрастанія находимъ однослойный дерматогенъ (фиг. 64, *D*, *d*); подъ нимъ три колпачкообразныхъ слоя, которые мы должны считать периблемою (*pr*), и затѣмъ центральный, сплошной цилиндръ ткани, не вездѣ резко отграничивающійся отъ перилемы, это — плерома (*pl*). Конусъ возрастанія представляется между послѣдними двумя значительно развитыми зачатками листьевъ очень узкимъ; такимъ онъ получается обыкновенно. Напротивъ того, нерѣдко приходится сдѣлать много разрѣзовъ, прежде чѣмъ удастся увидѣть первые зачатки листьевъ. Если это удалось, то представляется картина, подобная изображенной на прилагаемой фиг. 64, *D*. Тогда конусъ возрастанія представляется гораздо болѣе широкимъ и можно въ немъ лучше прослѣдить гистогены. Развитіе листьевъ начинается дѣленіями въ двухъ самыхъ вѣшнихъ слояхъ клѣточекъ перилемы (при *f*); дерматогенъ остается однослойнымъ. — Такія же дѣленія происходятъ и въ пазухѣ третьей отъ верху пары листьевъ для образованія пазушныхъ почекъ; и здѣсь процессъ начинается периклиническими дѣленіями въ гиподермальномъ слое. — Съ достовѣрностію можно утверждать, что дерматогенъ производитъ только эпидермисъ, периблема — кору и плерома — сердцевину стебля. Труднѣе доказать, что и прокамбіальный поясъ развивается изъ плеромы. Что сосудистые пучки развиваются не исключительно изъ одной только плеромы, это явствуетъ уже изъ того обстоятельства, что та часть сосудистаго пучка, которая переходитъ въ листь, образуется въ корѣ, слѣдовательно изъ перилемы, и что

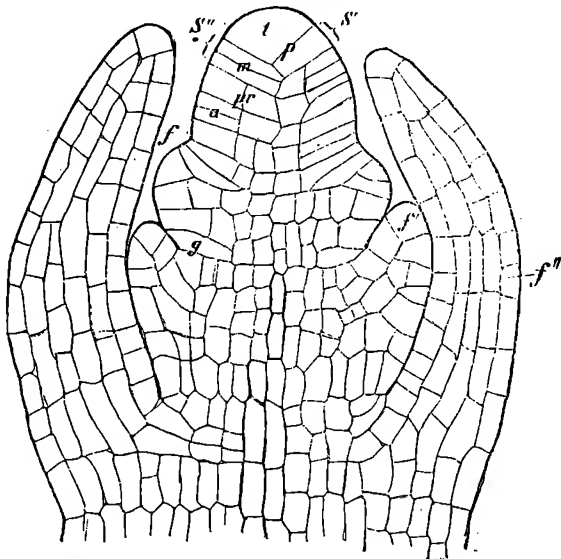
вся внутренняя ткань листа, вмѣстѣ съ сосудистыми пучками, является продуктомъ перилемы.

Въ заключеніе рассмотримъ еще и тайнобрачное растеніе, нарастающее при посредствѣ верхушечной клѣтки, и для примѣра возьмемъ, какъ самый удобный объектъ, *Equisetum arvense*⁵⁾. У этого растенія верхушечная клѣтка обнаруживается сравнительно легко. Для изслѣдованія берутъ развивающіеся побѣги или свѣжими, или изъ алкоголя. Отрѣзываемъ кончикъ побѣга приблизительно въ 10 *mm.* длины и затѣмъ, какъ и въ прежнихъ случаяхъ, дѣлаемъ разрѣзы, защемляя этотъ кусочекъ между пальцами, верхушкою книзу.

Изъ числа полученныхъ продольныхъ разрѣзовъ выбираемъ такой, который имѣетъ неповрежденный конусъ возрастанія конической формы. Чтобы можно было рассмотреть распределение клѣточекъ въ этомъ конусѣ, большею частію необходимо бываетъ просвѣтлить его немного, что лучше всего сдѣлать посредствомъ Eau de Javelle, но тоже можетъ быть сдѣлано и при помощи небольшого количества ѣдкаго кали. Если-бы этотъ послѣдній подѣйствовалъ слишкомъ сильно и просвѣтилъ конусъ возрастанія до такой степени, что оболочки клѣточекъ стали незамѣтны, то препаратъ можно исправить прибавленіемъ достаточнаго количества воды. При изслѣдованіи свѣжаго матеріала должно избѣгать употребленія всѣхъ водоотнимающихъ веществъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ конусъ возрастанія сморщится. Напротивъ того, разрѣзы, сдѣланные изъ алкогольнаго матеріала, можно класть въ глицеринъ, но только непосредственно, а не послѣ предварительнаго помѣщенія въ водѣ. Разрѣзы, обработанные посредствомъ Eau de Javelle, нельзя класть прямо въ концентрированный глицеринъ, а надо ихъ положить въ сильно разбавленный глицеринъ, который оставляютъ стоять на воздухѣ, чтобы онъ сконцентрировался. Разрѣзы, просвѣтленные посредствомъ раствора ѣдкаго кали, можно нейтрализовать уксусной кислотой и сохранять въ уксусно-кисломъ кали. Такъ какъ въ данномъ случаѣ особенно важно, чтобы можно было рассмотреть разрѣзъ съ обѣихъ сторонъ, то мы его помѣщаемъ между двумя покровными стеклышками, какъ уже дѣлали это съ конусомъ возрастанія *Hippuris*.

Если разрѣзъ конуса возрастанія сдѣлать въ надлежащемъ направленіи, въ такомъ случаѣ его трехгранно-пирамидальная (трехсторонне-заостренная), снабженная выпуклымъ основаніемъ верхушечная клѣтка (*t*, фиг. 65) представляется въ видѣ клина, конецъ котораго погруженъ въ ткань конуса возрастанія и котораго основаніе свободно выдается наружу. Эта верхушечная клѣточка дѣлится параллельными боковымъ плоскостями перегородками, которыя слѣдуютъ одна за другою въ

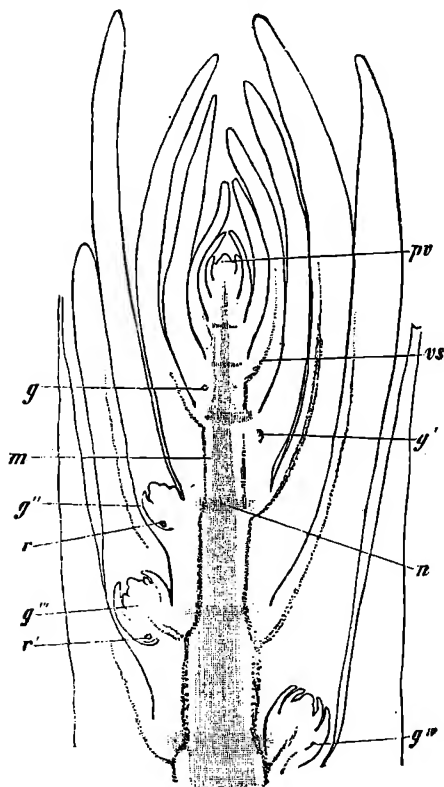
спиральномъ направленіи и производятъ сегменты, расположенные тремя прямыми рядами. Эти сегменты (*S*) видны на нашей фиг. 65 въ профиль. Они дѣлятся опредѣленнымъ образомъ дальше и идутъ на построение тѣла растенія. На нѣкоторомъ разстояніи отъ верхушечной клѣточки приподнимается валикъ, край, котораго нарастаетъ посредствомъ клиновидныхъ инициаловъ. Отдѣльные участки этого валика растутъ скорѣе и образуютъ свободныя лопасти сростнолистной въ нижней своей части мутовки. Чѣмъ дальше отъ верхушечной клѣточки, тѣмъ больше становятся зачатки листовыхъ мутовокъ и, вмѣстѣ съ тѣмъ,



Фиг. 65. Продольный разрѣзъ изъ конуса возрастанія вегетативнаго главнаго побѣга *Equisetum arvense*. *t* — верхушечная клѣточка; *s* — самый молодой; *s''* — слѣдующій занимъ болѣе старый сегментъ; *p* — главные стѣнки; *m* — поперечная стѣнка; *pr* — позднѣйшія периклиническія; *a* — антиклиническія стѣнки; *f* — первая, *f''* — вторая, *f'''* — третья листовая мутовка; *g* — инициальная клѣточка пазушной почки. Увел. 240.

сильнѣе проявляется дифференцировка внутреннихъ тканей стебля, главнымъ образомъ раздѣленіе на болѣе плотные, мелкоклѣтчатые, короткіе узлы и менѣе плотныя, длинныя междоузлія (фиг. 66). Раньше всего начинаетъ обособляться внутри стебля крупноклѣтчатая сердцевина. Въ пятномъ отъ верху междоузлія, у вѣшной границы сердцевины, обнаруживаются первые кольчатые сосуды и ихъ можно прослѣдить отсюда до слѣдующаго вышележащаго зачатка листовой мутовки. Каждый сосудистый пучекъ является здѣсь общимъ листу и стеблю, и потому называется

листовымъ слѣдомъ. Такимъ образомъ, по каждому междоузлію проходитъ внизу столько сосудистыхъ пучковъ, сколько листьевъ въ листовой мутовкѣ. Отдѣльно заложеныя листовые слѣды соединяются между собою посредствомъ боковыхъ вѣтокъ приблизительно въ узлѣ, лежащемъ подъ седьмымъ междоузліемъ, вслѣдствіе чего получается замкнутая система сосудистыхъ пучковъ. Въ десятомъ приблизительно междоузліи начинается развѣтвляющаяся полость, вслѣдствіе разъединенія клѣточекъ сердцевинны. Боковыя почки закладываются изъ отдѣльныхъ клѣточекъ въ па-



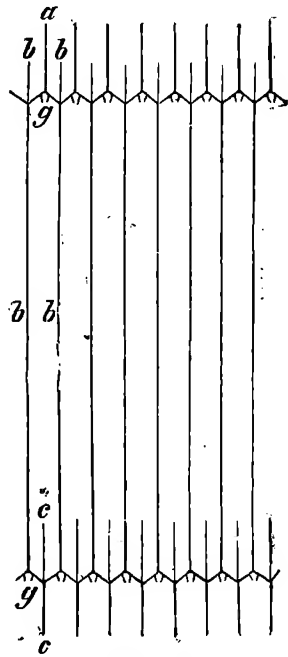
Фиг. 66. Срединно-продольный разрѣзъ вегетативнаго главнаго побѣга *Equisetum arvense*. *rv*—конусъ возростанія главнаго побѣга; *g*—иниціалы для образованія почки; *g'*, *g''*, *g'''*, *g''''*—фазы развитія такихъ почекъ; *r*, *r'*—зачатокъ корня въ такихъ почкахъ; *m*—дифференцировка первичной сердцевинны; *vs*—появленіе спиральныхъ сосудовъ; *n*—дифференцировка узловыхъ диафрагмъ. Увел. 26.

зухъ листовой мутовки. Онѣ располагаются мутовками и, какъ показываютъ развитыя фазы, чередуются съ свободными листовыми лопастями своей мутовки, ткань которой онѣ прорываютъ у основанія, чтобы проникнуть наружу. Поэтому, продольный разрѣзъ болѣе развитыхъ зачатковъ почекъ обнаруживаетъ ихъ вросшими въ ткань плотно прилегающей къ стеблю листовой мутовки. Приблизительно на высотѣ седьмага узла почки уже такъ значительно развиты, что имѣютъ уже нѣсколько зачатковъ листовыхъ мутовокъ. Ихъ конусы возростанія удобны для изученія верхушечной клѣтки.

Изъ сосудистыхъ тайнобрачныхъ только хвощи и *Orhioglosseae* имѣютъ коллатеральные сосудистые пучки, въ чемъ легко убѣдиться на поперечномъ разрѣзѣ болѣе стараго междоузлія *Equisetum arvense*. Сосудистые пучки расположены въ видѣ простаго кольца вокругъ полой сердцевинны. Въ обращенной къ срединѣ древесинной части каждого сосуди-

стаго пучка находится межклетный ходъ,—каринальная полость; обращенная наружу, тонкостенная лубовая часть окружена съ боковъ кольчатыми и сѣтчатыми сосудами древесинной части. Всѣ сосудистые пучки вмѣстѣ окружаютъ эндодерма. Въ толстой корѣ находятся широкіе межклетные ходы, валлекулярныя полости, чередующіяся съ сосудистыми пучками. Если сосчитать свободныя лопасти листьевъ сосѣдней вышележащей листовой мутовки, то окажется, что число это соответствуетъ числу сосудистыхъ пучковъ. Чтобы ориентироваться относительно прохождения сосудистыхъ пучковъ, дѣлаемъ рядъ послѣдовательныхъ поперечныхъ разрѣзовъ, пока не достигнемъ слѣдующаго междоузлія. Для этой цѣли можно пользоваться

какъ свѣжигу, такъ и алкогольнымъ матеріаломъ, но необходимо выбирать возможно болѣе молодые участки стебля, потому что болѣе старые содержатъ очень много кремнезема и скоро притупляютъ бритву. Чтобы поперечные разрѣзы были равномерны, можно воспользоваться описаннымъ на стр. 65 микротомомъ. Разрѣзы располагаютъ въ соответственномъ порядкѣ на предметной пластинкѣ, и ихъ можно еще просвѣтлить посредствомъ тѣднаго кали. Тщательное сравненіе такихъ послѣдовательныхъ разрѣзовъ даетъ намъ возможность составить схематическое изображеніе общаго прохожденія сосудистыхъ пучковъ, подобное прилагаемому (фиг. 67), при чемъ мы должны себя представить стебель разрѣзаннымъ вдоль одной стороны и развернутымъ, а сосудистые пучки, слѣдовательно, проектированными на развернутой цилиндрической поверхности. Мы находимъ, что каждый сосудистый пучокъ, идущій изъ вышележащаго междоузлія, раздѣляется въ узлѣ на двѣ вилкообразныя вѣтви (*a*, *b* или *c*),



Фиг. 67.

и что по одной развилинѣ отъ двухъ сосѣднихъ сосудистыхъ пучковъ соединяются съ входящимъ здѣсь изъ листовой мутовки новымъ сосудистымъ пучкомъ. (Такъ напр. развилины *a* съ *b* и *b*, по одной развилинѣ отъ *b* и *b*—съ *c*). Если уже готовы и сосудистые пучки боковыхъ почекъ, то это нѣсколько усложняетъ картину. Каждая боковая почка примыкаетъ къ системѣ сосудистыхъ пучковъ материнской оси двумя сосудистыми пучками (*g*) и именно къ развилинамъ вышележащаго стеблеваго сосудистаго пучка, вслѣдъ за его раздѣленіемъ на двѣ развилины. Боковыя почки че-

редуются съ сосудистыми пучками скрывающей ихъ листовой мутовки и положеніе ихъ соотвѣтствуетъ сосудистымъ пучкамъ со- сѣдней вышележащей и сосѣдней нижележащей листовой мутовки.—Такимъ образомъ мы видимъ, что вся система сосуди- стыхъ пучковъ въ стеблѣ нашего хвоща состоитъ изъ общихъ сосудистыхъ пучковъ и образуется листовыми слѣдами, которые у своего основанія вилообразно развѣтвляются въ узлѣ, чтобы здѣсь посредствомъ своихъ развилинъ соединиться со вновь вхо- дящими сосудистыми пучками. — Образованіе системы сосуди- стыхъ пучковъ путемъ соединенія листовыхъ слѣдовъ,—это во- обще наиболѣе обыкновенный случай у сосудистыхъ растений; поэтому мы ограничимся въ нашемъ изученіи прохожденія со- судистыхъ пучковъ однимъ этимъ простѣйшимъ случаемъ. При изслѣдованіи болѣе сложныхъ случаевъ, необходимо располагать на предметной пластинкѣ всѣ послѣдовательные разрѣзы одинаково, чтобы легче было сравнить ихъ между собою. Задачу эту облегча- ютъ себѣ тѣмъ, что одну сторону стебля намѣчаютъ посредствомъ не особенно глубокаго продольнаго надрѣза. Часто нужно бы- ваетъ срисовывать послѣдовательные разрѣзы, чтобы вѣрно кон- статировать перемѣщеніе отдѣльныхъ сосудистыхъ пучковъ. Тангентальные продольные разрѣзы, просвѣтленные ѣдкимъ кали, обнаруживаютъ въ иныхъ случаяхъ способъ прохожденія сосудистыхъ пучковъ сразу.

Примѣчаніе къ XVI-му упражненію.

¹⁾ Sanio, Bot. Zeitung, 1864, pag. 223, Anm. **, 1865, pag. 184; de Bary. Vergl. Anat. pag. 9; L. Kny, Wandtafeln, III Abth., pag. 99.

²⁾ Noll, Bot. Centralbl. Bd. XXI, 1885, pag. 377.

³⁾ Sachs, Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg. Bd. II, pag. 46 и 185.

⁴⁾ Hanstein, die Scheitelzellgruppe im Vegetationspunkt d. Phanero- gamen, pag. 9; Warming, Rech. s. l. ramif. d. Phaner.

⁵⁾ Срав. Kramer, Pflanzenphys. Unters v. Naegeli, Heft. 3, pag. 21; Rees, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VI, pag. 209; Sachs, Lehrb., IV Aufl., pag. 393 и Goebel, Grundzüge, pag. 291; de Bary. Vergl. Anat., pag. 20.

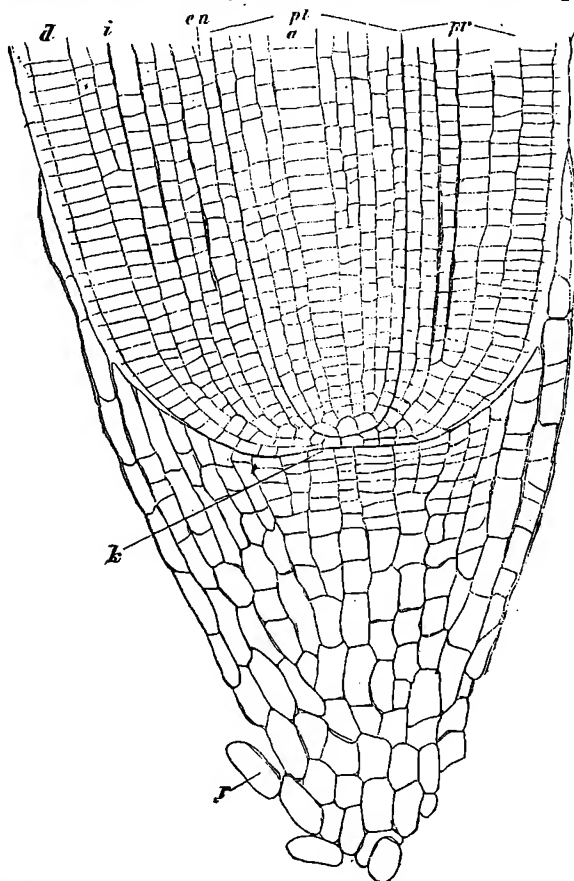
XVII. Упражненіе:

Конусъ возрастанія корня.

Теперь слѣдуетъ познакомиться и съ строеніемъ конуса возрастанія нѣкоторыхъ корней. Начнемъ съ покрытосѣмянныхъ. Строеніе ихъ корневой верхушки изучается сравнительно легко у злаковъ. Эти послѣдніе, правда, представляютъ намъ только одинъ изъ числа возможныхъ у покрытосѣмянныхъ типовъ корневаго роста, но зато весьма распространенныхъ и поучи- тельныхъ, а потому чрезвычайно удобныхъ для перваго зна- комства съ этими явленіями. Чтобы получить удобный мате- риалъ, хорошо брать растения, выращенныя въ цвѣточныхъ

горшкахъ. Если опрокинуть горшокъ, то на периферіи землянаго кома находимъ обыкновенно свободныя верхушки корней. Онѣ должны быть изслѣдованы въ свѣжѣмъ состояніи. Для болѣе подробнаго изученія возьмемъ обыкновенный ячмень, *Hordeum vulgare*. Для предварительной оріентировки изготовляемъ поперечный разрѣзъ изъ болѣе старой части корня. По срединѣ осевого сосудисто-пучковаго цилиндра находимъ большой сосудъ, а на его периферіи около восьми лучей сосудовъ, которые чередуются съ такимъ же числомъ лубовыхъ участковъ. Здѣсь, какъ и вообще у злаковъ, лучи сосудовъ достигаютъ до самой эндодермы и прерываютъ, такимъ образомъ, перикамбій. Эндодерма обнаруживаетъ болѣе или менѣе ясно черную радіальную тѣнь; далѣе слѣдуетъ весьма толстая кора. — Продольный разрѣзъ дѣлаемъ между большимъ и указательнымъ пальцами. Онъ непремѣнно долженъ быть срединнымъ, и въ такомъ случаѣ получается ясная картина даже безъ употребленія реактивовъ, хотя и въ данномъ случаѣ можно съ пользою примѣнить Eau de Javelle. — Прежде всего бросается въ глаза, что тѣло корня рѣзко обособляется отъ корневаго чехлика. Можно дѣйствительно прослѣдить линію, которая, слѣдуя вдоль внѣшней поверхности эпидермиса, проходитъ непрерывно надъ верхушкою, между тѣломъ корня и корневымъ чехликомъ (срав. фиг. 68). Дерматогенъ не проходитъ надъ верхушкою въ качествѣ такового, но можно убѣдиться, что дерматогенъ (*d*) и периблема (*pr*) заканчиваются въ верхушкѣ общими имъ инициалами. Въ нижеприлагаемой фигурѣ имѣется только одинъ такой общій инициалъ, но ихъ можетъ быть и нѣсколько. Дерматогенъ можно прослѣдить въ качествѣ такового до инициаловъ; и периблема примыкаетъ къ нимъ въ видѣ одноряднаго слоя. Плерома заканчивается подъ этимъ дерматогенно-периблемнымъ колпачкомъ своими собственными инициалами. Къ линіи, отдѣляющей тѣло корня отъ корневаго чехлика, примыкаютъ снаружи инициалы корневаго чехлика; это — плоскій слой клѣточекъ, который называютъ калиптрогеномъ (*k*). Клѣточки, отдѣляемыя калиптрогеномъ наружу, расположены, соотвѣственно своему происхожденію, въ видѣ прямыхъ рядовъ; сначала плоскія, онѣ дѣлаются вскорѣ выше. У вершины корневаго чехлика онѣ округляются; наконецъ, отдѣляются другъ отъ друга и разрушаются (*r*). — Злаки представляютъ ту особенность, что ихъ дерматогенъ съ наружной стороны сильно утолщенъ (*c*). Эта внѣшняя утолщенная стѣнка имѣетъ блестяще-бѣлый цвѣтъ, сильно разбухаетъ и представляетъ тѣмъ толще, чѣмъ дольше лежитъ въ водѣ. На боковыхъ границахъ клѣточекъ видны сильно преломляющія свѣтъ полоски, проникающія болѣе или менѣе глубоко въ утолщенную внѣшнюю стѣнку. Это первичныя стѣнки клѣточекъ и онѣ вдаются въ утолщенную стѣнку тѣмъ глубже, чѣмъ онѣ старше.

Стѣнка эта обнаруживаетъ явственную слоистость. Посредствомъ периклиническихъ дѣлений число слоевъ кѣлочекъ периблемы быстро возрастаетъ. Между внутренними слоями ея кѣлочекъ очень скоро появляются наполненные воздухомъ межкѣльные ходы, что выражено на нашей фигурѣ посредствомъ темныхъ линій (напр. при *i*). Периблема производитъ кору, а внутренній слой этой послѣдней становится эндодермой. Пле-



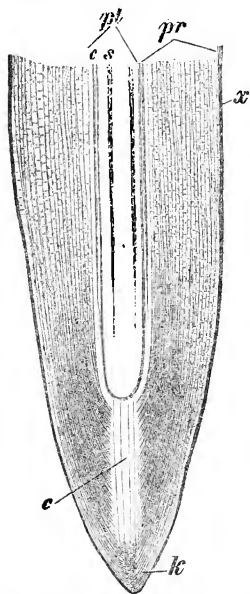
Фиг. 68. Срединно-продольный разръзъ корневой верхушки *Hordeum vulgare*. *k*—калптрогенъ; *s*—утолщенная вышняя стѣнка эпидермиса; *d*—дерматогенъ; *pr*—периблема; *pl*—плерома; *en*—эндодерма; *i*—наполненный воздухомъ межкѣльный ходъ; *a*—рядъ кѣлочекъ, изъ которыхъ развивается центральный сосудъ; *r*—отмершія кѣлочки корневого чехлика. Увел. 180.

рома заканчивается конусообразно группою иниціаловъ; на представленномъ продольномъ разръзѣ видны два такіе иниціала. Плерома образуетъ осевой сосулистопучковой цилиндръ. Диффе-

ренцировку большого центрального сосуда можно прослѣдить до инициальной группы. Кѣточки, изъ которыхъ долженъ развиваться этотъ сосудъ, отличающіеся большею шириною (а). Элементы, предназначенныя для меньшихъ сосудовъ, различаются гораздо позже.

Корни голосѣмянныхъ обнаруживаютъ своеобразную въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ дифференцировку въ меристемѣ ихъ конуса возростанія. Разсмотримъ нѣсколько подробнѣе *Thuja occidentalis*. Поперечный разрѣзъ изъ взрослага корня сходенъ съ уже извѣстнымъ намъ поперечнымъ разрѣзомъ корня *Taxus baccata*, съ тою лишь разницею, что корни *Thuja* имѣютъ большею частію тетраxное строеніе. Срединно-продольный разрѣзъ верхушки корня представляетъ рѣзко ограниченный плеромный цилиндръ, заканчивающійся немногими инициалами и окруженный многослойнымъ, содержащимъ отъ двѣнадцати до четырнадцати рядовъ кѣточекъ, покровомъ периблемы. Этотъ послѣдній покрываетъ верхушку, причемъ отъ восьми до десяти внутреннихъ рядовъ его образуютъ замкнутые инициальные слои, между тѣмъ какъ внѣшніе ряды переходятъ въ неправильно расположенныя, сравнительно большія кѣточки. Эти большія кѣточки достигаютъ до самой вершины корневаго чехлика, гдѣ онѣ въ концѣ концовъ отдѣляются и сбрасываются. Корневой чехликъ *Thuja* и голосѣмянныхъ вообще состоитъ изъ внѣшнихъ частей периблемы; дерматогена, равно какъ и калиптрогена, не существуетъ. Инициальные слои периблемы, проходящіе надъ вершиною плеромы, дѣлятся периклиническими и антиклиническими перегородками. Периклиническія дѣленія увеличиваютъ число слоевъ периблемы и восполняютъ сбрасываемые снаружки элементы. Антиклиническія стѣнки увеличиваютъ число кѣточекъ въ отдѣльныхъ слояхъ и служатъ по преимуществу для построенія коры. Такъ какъ антиклиническія стѣнки слѣдующихъ другъ за другомъ слоевъ довольно правильно сходятся одна съ другою концами, то онѣ образуютъ антиклиническіе ряды кѣточекъ, которыя по срединѣ представляются прямыми, а по бокамъ расходятся въ видѣ лучей фонтана, образуя систему коаксиальныхъ параболъ. Такимъ образомъ и здѣсь намъ представляются антиклиническія и периклиническія линіи, въ видѣ ортогональныхъ траекторій. Периклиническія дѣленія въ инициальныхъ слояхъ верхушки имѣютъ слѣдствіемъ, что число рядовъ кѣточекъ въ корѣ, если ихъ прослѣдить до вершины, постоянно удваиваются. Самые средніе, прямые, антиклиническіе ряды кѣточекъ периблемы въ верхушкѣ корня отличаются отъ сосѣднихъ. Онѣ образуютъ «периблемный столбикъ», теряющійся въ наружныхъ, побурѣвшихъ элементахъ корневаго чехлика. Этотъ столбикъ представляется болѣе свѣтлымъ, такъ какъ кѣточки его составляющія непосредственно примыкаютъ одна къ другой, между тѣмъ какъ сбоку лежащія

образуютъ наполненные воздухомъ межклеточныя пространства. Кроме того, клеточки столбика отличаются особенно богатымъ содержаніемъ крахмала. Какъ видно изъ разсмотрѣннаго нами, корень *Thuja* не можетъ имѣть эпидермиса, но боковая поверхность корня покрыта вѣшнимъ слоемъ периллемы. Если прослѣдить за этимъ слоемъ до верхушки, въ такомъ случаѣ увидимъ, что онъ вскорѣ уходитъ подъ другой слой, который тоже на нѣкоторомъ протяженіи представляется поверхностнымъ. Такіе вѣшніе, живые слои клеточекъ защищаются снаружи спавшимися и побурѣвшими стѣнками от-



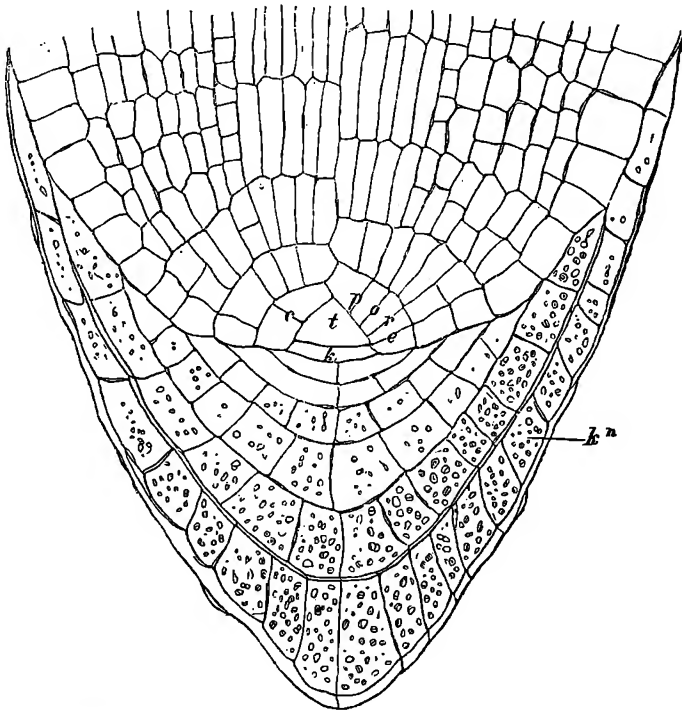
Фиг. 69. Продольный разрѣзъ верхушки корня *Thuja occidentalis*. *x*—вѣшній побурѣвшій участокъ сбрасываемыхъ клеточекъ; *pr*—перикамбій; *pl*—плерома; *e*—эндодерма; *s*—спиральные сосуды; *c*—столбикъ периллемы; *k*—корневой чехликъ. Увел. 26.

мершихъ клеточныхъ слоевъ. Корни голо-
стѣбныхъ вовсе не имѣютъ корневыхъ
волосковъ, и мы не находимъ таковыхъ у
Thuja occidentalis. — Прилагаемая фиг.
69 изображаетъ продольный разрѣзъ
при слабомъ увеличеніи, чтобы облегчить
ориентировку. Распределеніе клеточекъ при
столь незначительныхъ размѣрахъ рисунка,
могло быть, конечно, только намѣчено. Та-
кимъ образомъ мы видимъ, по направленію
снаружи внутрь, побурѣвшія, спавшіяся
оболочки клеточекъ (*x*), затѣмъ периллему
(*pr*), которую можно прослѣдить и въ вер-
хушкѣ и самыя вѣшнія части которой
образуютъ корневой чехликъ, наконецъ
плерому (*pl*), верхнее окончаніе которой
видно при слабомъ увеличеніи не вполне
ясно. Верхняя часть плеромы кажется даже
объемистѣе, чѣмъ въ дѣйствительности, по-
тому что самыя внутреннія, граничащая съ
плеромою, части периллемы не заключаютъ
межклеточныхъ пространствъ и потому (что
и намѣчено въ изображеніи), представля-
ются столь-же свѣтлыми, какъ и цилиндръ
плеромы. Въ самой старой части разрѣза
плеромный цилиндръ оказывается окру-
женнымъ краснымъ слоемъ клеточекъ, ко-
торый соотвѣтствуетъ—какъ показываетъ
сравненіе съ поперечнымъ разрѣзомъ—на-
полненной краснымъ клеточнымъ сокомъ

эндодермѣ. Эта послѣдняя становится незамѣтной лишь
на значительномъ разстояніи отъ верхушки. Въ болѣе старой
части плеромнаго цилиндра появляются также и сосуды (*s*).
Черезъ верхушку периллемы проходитъ болѣе свѣтлый столбикъ
(*c*). Къ нему пристають съ боковъ слои периллемы, содержащіе
воздухъ; но послѣдніе не достигаютъ вполне ни плеромы, ни

поверхности корня. Эта последняя покрыта буряющими клеточками.

Воспользуемся корнями хвойныхъ, чтобы ознакомиться съ способомъ вѣтвленія корней вообще. При изслѣдованіи корней *Thuja occidentalis* мы замѣчаемъ, что они имѣютъ боковые корни, расположенные четырьмя, иногда и тремя прямыми рядами. На поперечныхъ разрѣзахъ легко констатировать, что три ряда боковыхъ корней соотвѣтствуютъ триархнымъ, а четыре — тетраархнымъ сосудисто-пучковымъ цилиндрамъ. Сдѣлаемъ теперь поперечный разрѣзъ корня въ мѣстѣ отхожденія



Фиг. 70. Срединно-продольный разрѣзъ корня *Pteris cretica*. *t*—верхушечная клеточка; *k*—инициалы чехлика; *kⁿ*—самый наружный чехликъ; (*c*—камбиальная стѣнка; *e*—эпидермальная стѣнка; *r*—коровая стѣнка; *p*—перикамбиальная стѣнка.). Увел. 240.

бокового корня, — и тогда мы убѣдимся, что боковой корень приходится противъ древесинной части, а такъ какъ древесинныя части проходятъ въ осевомъ сосудисто-пучковомъ цилиндрѣ въ прямомъ направленіи, то этимъ объясняется и расположеніе боковыхъ корней въ видѣ прямыхъ рядовъ.

Попробуемъ теперь познакомиться съ строеніемъ конуса возростающаго такого корня, который нарастаетъ при посредствѣ верхушечной клѣточки³⁾. У подобныхъ корней нѣтъ того разнообразія, какое представляютъ стебли, нарастающіе посредствомъ верхушечной клѣточки. И здѣсь имѣется трехгранно-пирамидальная верхушечная клѣточка, съ постояннымъ способомъ отдѣленія отъ нея сегментовъ. Мы рассмотримъ корень *Pteris cretica* (фиг. 70), но могли бы употребить съ такимъ же удобствомъ и корень всякаго другаго папоротника. Посредствомъ опрокидыванія цвѣточныхъ горшковъ легко получить неповрежденные корневые верхушки. Корни *Pteris cretica*, какъ и папоротниковъ вообще, имѣютъ диархное строеніе; съ древесинными участками чередуются плоскіе лубовые участки, перикамбій однослойный, эндодерма плоская, кора здѣсь побурѣвшая, во внутренней своей части сильно утолщенная. Постараемся теперь получить между большимъ и указательнымъ пальцами тонкій срединно-продольный разрѣзъ коревой верхушки. Обнаружить верхушечную клѣточку не особенно трудно; но она занимаетъ здѣсь не самую вершину корня, а прикрыта тканью корневого чехлика. Эта верхушечная клѣточка (*t*, фиг. 70) имѣетъ, какъ и въ стеблѣ *Equisetum*, форму трехгранной пирамиды, выпуклое основаніе которой обращено къ чехлику, между тѣмъ какъ образуемая тремя сходящимися сторонами вершина погружена въ тѣло корня. Дѣленія происходятъ, какъ и въ стеблѣ *Equisetum*, параллельно боковымъ сторонамъ; но, кромѣ того, отъ поры до времени (большую частію послѣ каждыхъ трехъ только что описанныхъ дѣленій) образуется стѣнка, параллельная выпуклому основанію (срав. фигуру). Верхушечная клѣточка сохраняетъ при подобномъ способѣ дѣленія свою форму, а клѣточка, отдѣляющаяся отъ ея выпуклаго основанія, имѣетъ приблизительно форму отрѣзка шара. Эта клѣточка (*k*) есть инициальная для чехлика, она даетъ начало колпачкообразному слою клѣточекъ или колпачку, иначе коревому чехлику. Она раздѣляется сначала перегородкою, перпендикулярною къ ея основанію, на двѣ половины, а каждая половина дѣлится такимъ же образомъ, вслѣдствіе чего получаютъ четыре клѣточки квадратныхъ очертаній. Эти послѣднія дѣлятся постоянно посредствомъ перпендикулярныхъ къ основанію перегородокъ, такъ что болѣе старый колпачекъ (*k*²) состоитъ изъ значительнаго числа клѣточекъ. Клѣточки болѣе старыхъ колпачковъ наполняются крахмальными зернами. Онѣ постепенно разрушаются, между тѣмъ какъ верхушечная клѣточка производитъ постоянно новые инициалы для колпачковъ. Внѣшнія стѣнки временно-наружныхъ колпачковыхъ клѣточекъ сильно утолщаются. — Перегородки, развивающіяся параллельно боковымъ сторонамъ верхушечной клѣточки, слѣдуютъ, — какъ и въ стеблѣ *Equisetum*, — спиральному направленію.

Примѣчаніе къ XVII-му упражненію.

¹⁾ Sachs. Lehrb., IV. Aufl., pag. 166; v. Janczewski, Ann. d.'sc. nat. Bot. V. Sér., T. XX., 1873, pag. 162 ff.; Treub, Musée bot. de Leide, T. II, 1876; de Bary, vergl. Anat., 1877. pag. 10.

²⁾ Strasburger, Coniferen und Gnetaceen, pag. 340; de Bary, vergl. Anat., pag. 14, тамъ-же и дальнѣйшая литература.

³⁾ Naegeli und Leitgeb, in Beitr. zur wiss. Bot., 4. Heft., 1868, pag. 74 и слѣд.

XVIII. Упражнение.

Строеніе вегетативныхъ органовъ мховъ.

До сихъ поръ мы изучали строеніе стеблей и листьевъ однихъ только сосудистыхъ растеній; обратимся теперь къ безсосудистымъ стебелькамъ и листьямъ мховъ ¹⁾. Начнемъ съ сравнительно сложнаго случая, въ которомъ дифференцировка тканей представляется довольно значительною, съ *Mnium undulatum*. Прежде всего дѣлаемъ поперечные разрѣзы стебелька. По срединѣ стебелька замѣчаемъ осевой цилиндръ, образуемый узкими, тонкостѣнными клѣточками. Мы можемъ принять этотъ цилиндръ за простой «проводящій пучокъ». Клѣточки его не имѣютъ живаго содержимаго, а наполнены только водою; онѣ отличаются отъ окружающихъ частей желтобурою окраскою своихъ стѣнокъ. Къ этому проводящему пучку, состоящему такимъ образомъ изъ однихъ проводящихъ воду элементовъ, примыкаютъ болѣе широкія клѣточки коры съ зеленовато-желтыми стѣнками и живымъ, хлорофиллоноснымъ содержимымъ. Сперва ширина ихъ по направленію изнутри кнаружи нѣсколько увеличивается, но на периферіи онѣ быстро суживаются и становятся толстостѣнными, незамѣтно переходя въ одно- или двуслойный эпидермисъ, состоящій изъ узкихъ, съ сильно утолщенными стѣнками клѣточекъ. Въ двухъ или трехъ мѣстахъ лѣвшій слой клѣточекъ стебелька продолжается непосредственно въ однослойныя клѣточные пластинки, которыя соотвѣтствуютъ нисходящимъ листовымъ крыльямъ. Поперечные разрѣзы нижнихъ, безлистныхъ, сильно побурѣвшихъ частей стебелька обнаруживаютъ въ периферическихъ слояхъ клѣточекъ окрашенные въ бурый цвѣтъ стѣнки. Изъ отдѣльныхъ клѣточекъ поверхности вырастаютъ длинныя, съ бурыми стѣнками, многократно-вѣтвящіяся клѣточные нити, которыя исполняютъ здѣсь функцію корней и называются корневыми волосками или ризоидами. Ризоиды эти, какъ это легко можно видѣть, отличаются косвенными пе-

регородками, представляя такимъ образомъ исключеніе изъ столь общаго правила прямоугольнаго сѣченія. Подъ многими такими косвенными перегородками, именно у ихъ приподнятаго края, отходить въ свою очередь вѣтвящіяся боковыя вѣтви. Безцвѣтными стѣнками снабжены только нарастающія верхушки ризоидовъ.

Величайшее сходство съ такимъ корневымъ войлокомъ— въ отношеніи вѣтвленія и косвенныхъ перегородокъ—представляетъ «предростокъ» типическихъ листовенныхъ мховъ, такъ называемая протонема, развивающаяся изъ проростающей споры. Но ея вѣтви, если онѣ не проникаютъ въ землю, имѣютъ безцвѣтныя стѣнки и содержатъ многочисленныя зерна хлорофилла. Почки, изъ которыхъ вырастаютъ стебельки мха, представляются боковыми вѣтвями этой протонемы. Близкое сходство ризоидовъ и протонемы сказывается и въ томъ обстоятельствѣ, что ризоиды, если ихъ держать влажными и на свѣтѣ, могутъ произвести протонему, дающую начало многимъ новымъ растеньицамъ. Достаточно положить дерновинки *Mnium* нижнею стороною вверхъ и держать ихъ влажными, чтобы получить изъ ризоидовъ богатый зеленый войлокъ протонемы. Макроскопически послѣдняя напоминаетъ своимъ видомъ наземныя дерновинки *Vaucheria*.

Если поперечный разрѣзъ прошелъ черезъ поврежденное мѣсто стебелька *Mnium*, то послѣднее оказывается непокрытымъ пробкою, потому что тайнобрачныя, за исключеніемъ *Botrychium*, не могутъ производить пробки; но прилежащія къ поврежденному мѣсту клѣточки утолщаютъ свои стѣнки, принимающія бурю окраску, и отличаются теперь отъ другихъ клѣточекъ поверхности только большею шириною.

Близко къ поверхности замѣчаются на поперечномъ разрѣзѣ маленькіе пучки, состоящіе изъ тонкостѣнныхъ клѣточекъ, которыя и своею окраскою сходны съ элементами центральнаго цилиндра и, подобно этимъ послѣднимъ, лишены всего содержимаго и заключаютъ только воду. Это листовые проводящія пучки, заканчивающіеся слѣпо въ жорѣ стебля, между тѣмъ какъ напримѣръ у *Polytrichum* они прикладываются къ осевому проводящему пучку стебля. Листъ, который можно безъ всякаго препарирования изслѣдовать въ каплѣ воды на предметномъ стеклышкѣ, представляетъ однослойную пластинку и многослойный срединный нервъ. Послѣдній заканчивается подъ конечнымъ зубцомъ, состоящимъ изъ нѣкотораго числа ромбическихъ клѣточекъ. Клѣточки листовыхъ нервовъ сильно вытянуты, периферическія содержатъ хлорофилловыя зерна. Пластинка листа однослойна; она состоитъ изъ многогранныхъ, хлорофиллоносныхъ клѣточекъ. Лентовидная оторочка края листа состоитъ

изъ сильно удлинненныхъ, значительнѣе утолщенныхъ клѣточекъ. Самыя наружныя снабжены на краю, на равныхъ приближенно разстояніяхъ, одно- или двуклѣтными заостренными зубцами. Поперечные разрѣзы листьевъ получаются вмѣстѣ съ поперечными разрѣзами стебелька. Если желаютъ сдѣлать поперечные разрѣзы отдѣленныхъ листьевъ — что, при ихъ незначительной толщинѣ, не такъ-то легко — въ такомъ случаѣ задачу эту облегчаютъ себѣ тѣмъ, что склеиваютъ посредствомъ глицериннаго гумми большое число листьевъ и, не дожидаясь высыханія камеди, дѣлаютъ разрѣзы изъ утолщеннаго такимъ образомъ предмета, заключивъ его въ бузинуную сердцевину. Затѣмъ поперечные разрѣзы кладутъ въ воду, въ которой камедь скоро растворяется. Этотъ методъ можно употреблять во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ нужно бываетъ дѣлать поперечные разрѣзы изъ очень тонкихъ плоскихъ предметовъ. — На поперечныхъ разрѣзахъ листьевъ мы убѣждаемся въ томъ, что пластинка однослойна и клѣточки края листа сильно утолщены. Нервъ выдается на спинной сторонѣ сильнѣе, нежели на брюшной. Въ его срединѣ, нѣсколько ближе къ нижней сторонѣ, находится пучокъ тонкостѣнныхъ клѣточекъ; въ немъ мы опять узнаемъ проводящій пучокъ, который раньше видѣли въ корѣ. Къ этому тонкостѣнному пучку присоединяется на спинной сторонѣ нѣсколько сильно утолщенныхъ клѣточекъ, съ узкою полостію. Эта картина напоминаетъ нѣкоторые весьма сильно редуцированные, состоящіе всего изъ нѣсколькихъ дубовыхъ элементовъ и слабо развитаго склеренхимнаго покрова, сосудистые пучки однодольныхъ.

Увядшее растеніе, поставленное въ воду нижнимъ поперечнымъ разрѣзомъ стебелька, остается увядшимъ, но, напротивъ, быстро тургесцируетъ, если мы его окунемъ въ воду листьями. Вбирание воды посредствомъ листьевъ происходитъ здѣсь, слѣдовательно, въ большомъ количествѣ.

Значительныя особенности представляетъ строеніе торфяныхъ мховъ и потому должно быть здѣсь рассмотрѣно въ свою очередь. Сдѣлаемъ поперечные разрѣзы стебелька *Sphagnum acutifolium*. Эти поперечные разрѣзы представляютъ намъ объемистый центральный цилиндръ, середина котораго состоитъ изъ широкихъ, нѣсколько колленхиматически утолщенныхъ клѣточекъ; на периферіи клѣточки его постепенно становятся уже и получаютъ во внѣшнихъ слояхъ желтобурюю окраску. Особого проводящаго пучка въ срединѣ этого цилиндра не существуетъ. Послѣдній окруженъ крупноклѣтною, трехслойною наружною корою. Ея элементы примыкаютъ непосредственно къ узкимъ, желтобурымъ клѣточкамъ внутренняго цилиндра. Онѣ отличаются большими круглыми или овальными отверстіями и нѣж-

ными спиральными утолщениями. Отверстія эти легко можно видѣть, а что посредствомъ ихъ полости клѣточекъ дѣйствительно приходятъ въ непосредственное сообщеніе, въ этомъ убѣждаемся по такимъ мѣстамъ, въ которыхъ разрывъ прошелъ чрезъ такія отверстія. Нерѣдко можно бываетъ также видѣть въ этихъ клѣточкахъ нити грибовъ, которые при помощи этихъ отверстій безпрепятственно проникаютъ изъ одной клѣточки въ другую. Эти пористые элементы внѣшнихъ стѣнокъ *Sphagnum* заключаютъ только воздухъ или воду и лишены живаго содержимаго. Они служатъ растенію въ качествѣ капиллярныхъ аппаратовъ, посредствомъ которыхъ вода передается въ мѣста потребления. Кутинизированныхъ частей растеніе не имѣетъ; концентрированная сѣрная кислота быстро растворяетъ всю ткань; сравнительно дольше сохраняются срединныя пластинки и углы желтобурыхъ наружныхъ клѣточекъ центральнаго цилиндра.

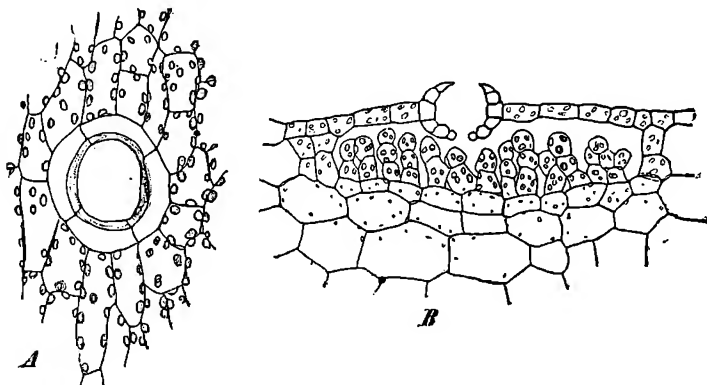
Пластинка листа яйцевидная, пѣльнокрайная, однослойная и состоитъ, какъ показываетъ разсматриваніе съ плоскости, изъ двоякихъ элементовъ. Одни представляются въ видѣ узкихъ, содержащихъ хлорофиллъ, слѣдовательно и протоплазму съ клѣточнымъ ядромъ, живыхъ клѣточекъ; другіе — мертвыми, наполненными водою или воздухомъ, съ кольцевыми или спиральными утолщеніями и находящимися между ними открытыми порами. — Тотъ фактъ, который мы не разъ должны были замѣтить и который состоитъ въ томъ, что мертвыя клѣточки, содержащія воду или воздухъ, если только не утолщены значительно, снабжены кольцевидными, спиральными или сѣтевидными утолщеніями, легко объясняется тѣмъ, что такія клѣточки лишены тургора и потому нуждаются въ подобномъ механическомъ аппаратѣ, чтобы не спадаться или не быть раздавленными. — Зеленыя клѣточки пластинки листа всѣ соединяются другъ съ другомъ и образуютъ сѣть, съ красиво изогнутыми стѣнками, — сѣть, петли которой содержатъ по одной пустой клѣточкѣ. Зеленыя клѣточки служатъ для ассимиляціи углерода, пустые же клѣточки служатъ, подобно соотвѣтственнымъ клѣткамъ наружной коры стебеля, капиллярнымъ аппаратомъ для водоснабженія. Самый край листа занимаютъ узкія, зеленыя клѣточки, за которыми слѣдуетъ однорядная кайма изъ узкихъ, слабо утолщенныхъ снаружи, спавшихся и содержащихъ воднистую жидкость элементовъ. Только конечныя поверхности этихъ элементовъ представляются сильнѣе утолщенными и потому выдаются наружу. Внимательное изученіе показываетъ, что число поръ возрастаетъ въ направленіи къ краю листа, что онѣ встрѣчаются преимущественно на нижней поверхности листа и располагаются на бокахъ клѣточныхъ стѣнокъ, выпуклыхъ наружу.

Подобно тому, какъ стебелекъ лишенъ проводящаго пучка, также точно и листья не имѣютъ нерва; въ этомъ отношеніи, рассматриваемыя растеньица имѣютъ гораздо болѣе простое строеніе, чѣмъ *Mnium*, но они, напротивъ того, сложнѣе въ томъ отношеніи, что у нихъ развивается особый капиллярный аппаратъ.

Стелющееся по сырой землѣ слоевище *Marchantia polymorpha* 2), которую легко можно узнать по ея чашечкамъ съ выводковыми почками, равно какъ и по тарелкообразнымъ или щитовиднымъ вмѣстилищамъ (ресертакула), имѣеть довольно сложное строеніе. Простое анатомическое строеніе начинается, такимъ образомъ, не непременно съ такихъ формъ, у которыхъ отсутствуетъ расчлененіе на ось и листья. Слоевище кожистое, твердое; оно вѣтвится путемъ вилкообразнаго дѣленія своей верхушки, которая лежитъ на днѣ верхушечной выемки. Если побѣгъ только недавно вилкообразно развѣтвился, то середина передней выемки занята лопастью слоевища, по обѣ стороны которой находятся верхушечныя выемки. Вдоль срединной линіи каждаго побѣга, на брюшной его сторонѣ, выступаетъ неясно ограниченный срединный нервъ. Отъ этого послѣдняго проходятъ на-искось впередъ направляющіяся полоски, дуговидно загибающіяся къ краю слоевища. На нѣкоторомъ разстояніи отъ верхушки слоевище прикрѣпляется къ почвѣ посредствомъ тонкихъ ризоидовъ, вырастающихъ изъ его срединной линіи. Если мы положимъ обращенное брюшной стороною въ верхъ слоевище подъ простой микроскопъ, то можемъ посредствомъ иглы убѣдиться въ существованіи чешуекъ, которыя поднимаются съ поверхности слоевища. Здѣсь существуютъ троякаго рода брюшныя чешуйки: «краевыя чешуйки», которыя большею частію нѣсколько выдаются изъ подъ края слоевища и имѣютъ бурю окраску; «срединныя чешуйки», которыя расположены вдоль срединной линіи и «пластинчатые чешуйки», которыя прикрѣпляются къ слоевищу по обѣ стороны срединной линіи, но, которыхъ можетъ и не быть. Срединныя чешуйки, часто пурпуроваго цвѣта, чередуются другъ съ другомъ и ихъ края покрываютъ другъ друга на срединной линіи. На всемъ протяженіи, на которомъ находятся срединныя и пластинчатые чешуйки, вырастаютъ изъ листвеца (frons) тонкіе ризоиды, которые прикрыты чешуйками и, слѣдуя вдоль мѣста прикрѣпленія этихъ послѣднихъ, достигаютъ срединнаго нерва и отсюда продолжаютъ въ видѣ пучковъ дальше назадъ. Полосатость нижней стороны слоевища, которую мы замѣтили уже при разсматриваніи невооруженнымъ глазомъ, зависитъ именно отъ присутствія срединныхъ и пластинчатыхъ чешуекъ.— Если разсмотримъ въ лупу спинную поверхность слоевища, то она представится подѣленною на маленькія поля. Границы этихъ полей темно-зе-

ленные, а самые поля больше сѣраго цвѣта. По срединѣ каждаго поля замѣчается точкообразное отверстіе. — Исслѣдуемъ затѣмъ при болѣе сильномъ увеличеніи разрѣзъ, сдѣланный параллельно спинной поверхности. Мы увидимъ, что вѣтшія клѣточки спинной поверхности имѣютъ многогранную форму, плотно соединены между собою и содержатъ многочисленныя, крупныя хлорофилловыя зерна. Границы полей явственны; середина каждаго поля занята круглымъ отверстіемъ, которое окружено преимущественно серпообразно изогнутыми, безхлорофильными клѣточками (фиг. 71, А). Тамъ, гдѣ разрѣзъ получился нѣсколько болѣе толстымъ, надъ свободною наружною поверхностію находится воздухъ. Въ эти воздушныя пространства, «воздушныя камеры», вдаются хлорофиллоносныя нити, состоящія изъ рядовъ клѣточекъ. Стѣнки, ограничивающія воздушныя камеры съ боковъ, состоятъ изъ плотно соединенныхъ клѣточекъ. Стѣнки эти одно-многослойныя и клѣточки ихъ содержатъ хлорофиллъ. Нѣкоторыя клѣточки поверхности, равно какъ и внутреннихъ частей, отличаются содержаніемъ сильно преломляющаго свѣтъ, неправильныхъ очертаній, гроздевиднаго тѣла. Въ болѣе молодыхъ побѣгахъ, тѣла эти имѣютъ слабо буроватый цвѣтъ, въ болѣе старыхъ — бурый, содержатъ главнымъ образомъ жирное масло и образуютъ такъ называемыя масляныя тѣла печеночныхъ мховъ³⁾. Клѣточки, въ которыхъ находится подобное тѣло, не содержатъ другихъ форменныхъ образованій. — Плоскостные разрѣзы, представляющіе намъ слоевище съ брюшной стороны, дѣленія на поля не представляютъ. Здѣсь клѣточки болѣе удлинены и содержатъ меньше хлорофилла, чѣмъ на спинной сторонѣ. Ризоиды, вырастающіе на брюшной поверхности, представляютъ двоякое строеніе. Они или тоньше и снабжены внутри крючковидными выростками, или-же толще и безъ такихъ утолщеній. Снабженные крючковидными выростками ризоиды развиваются на тѣхъ частяхъ листвеца, которыя покрыты срединными и пластинчатыми чешуйками, или-же чешуйками только перваго рода. Они прилегаютъ только къ листвецу и слѣдуютъ въ видѣ пучковъ вдоль срединнаго нерва; они служатъ вѣроятно для придачи слоевищу крѣпости. Обыкновенные ризоиды вырастаютъ преимущественно изъ срединнаго нерва и сейчасъ-же подъ острымъ угломъ загибаются къ почвѣ, къ которой они прикрѣпляютъ слоевище. Они представляются часто у своей вершины выемчато-лопастными, а у основанія — окрашенными въ пурпурный цвѣтъ. Всѣ брюшныя чешуйки однослойны, срединныя изъ живыхъ еще, а пластинчатые и краевыя изъ отмершихъ уже клѣточекъ. — Поперечный разрѣзъ слоевища обнаруживаетъ на спинной сторонѣ поясъ хлорофиллоносной ткани. Внутренняя часть слоевища состоитъ изъ болѣе широкихъ, почти безхлорофильныхъ клѣточекъ. Мѣстами въ стѣн-

какъ этихъ клѣточекъ замѣчаются эллиптическія поры. На брюшной сторонѣ два послѣднихъ слоя клѣточекъ опять нѣсколько уже, плосче, богаче хлорофилломъ и образуютъ такъ называемый брюшной коровый слой. Во всей ткани разсѣяны масляныя тѣла. Нѣкоторыя другія клѣточки обращаютъ на себя вниманіе своею величиною и сильнымъ лучепреломленіемъ ихъ содержимаго; это слизевыя клѣточки, которыхъ у *Marchantia* мало, но у другихъ *Marchantiaceae* гораздо больше. Болѣе подробное изученіе богатыхъ хлорофилломъ наружныхъ слоевъ спинной поверхности дополняетъ картину, которую мы видѣли на плоскостныхъ разрѣзахъ. Снаружи мы замѣчаемъ однорядный слой плоскихъ клѣточекъ, который поднимается свободно надъ воздушными камерами отъ стѣнокъ, ограничивающихъ камеры съ боковъ. По срединѣ наружной свободной стѣнки находится дыхательное отверстие, которое, какъ теперь оказывается, окружено нѣсколькими

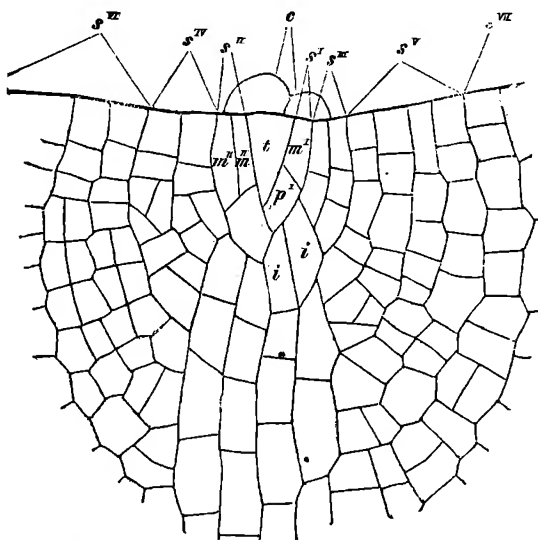


Фиг. 71. *Marchantia polymorpha*. А—дыхательное отверстие сверху, В—въ поперечномъ разрѣзѣ. Увел. 240.

клѣточками, образующими отъ четырехъ и до восьми этажей⁴⁾ (фиг. 71, В). Отверстіе сужается у верхняго и нижняго выходовъ, главнымъ образомъ у послѣдняго, и имѣетъ, такимъ образомъ, боченкообразную форму. Клѣтки самаго верхняго этажа удлиняются въ кожистую оторочку. Такъ какъ воздухъ задерживается весьма сильно въ дыхательномъ отверстіи, вслѣдствіе чего получается неясная картина, то хорошо изъ препаратовъ предварительно выкачать воздухъ. Въ дыхательную полость вдаются дву-трехкѣтныя, мѣстами вѣтвящіяся нити, особенно богатыя содержаніемъ хлорофилла; онѣ вырастаютъ изъ нижеслѣдующаго, бѣднаго хлорофилломъ, плоскаго слоя клѣточекъ. На брюшной сторонѣ видно у срединнаго нерва боковое, чередующееся расположеніе захватывающихъ другъ друга средин-

ныхъ чешуекъ. Между чешуйками находятся поперечные разрывы пучковъ ризоидовъ. Срединно-продольные разрывы показываютъ прикрѣпленіе болѣе толстыхъ, обыкновенныхъ, непосредственно отъ слоевища идущихъ ризоидовъ и прилегающихъ къ срединному нерву ризоидовъ, съ крючковидными выростками.

Очень просто устроенное и во многихъ отношеніяхъ весьма поучительное слоевище имѣетъ *Metzgeria furcata* ⁵⁾. Это небольшое, распространенное растеніе не трудно найти на корѣ лиственныхъ деревьевъ. Слоевище его лентовидное, свѣтло-зеленое, дихотомически вѣтвящееся, снабженное срединнымъ нервомъ, который можно еще различать невооруженнымъ глазомъ. За исключеніемъ этого срединнаго нерва, какъ можно убѣдиться



Фиг. 72. Верхушка побѣга *Metzgeria furcata*. *t* — верхушечная клѣточка; *s¹*—*s¹¹* — послѣдовательные сегменты; *m¹* — лѣвая клѣточка первого, *m¹¹* — второго порядка; *p* — поверхностная клѣточка первого порядка; *i* — внутреннія клѣточки срединнаго нерва; *c* — булавовидный волосокъ. Срисовано при установкѣ относительно внутреннихъ клѣточекъ нерва. Увел. 540.

подъ микроскопомъ, слоевище однослойное. Оно состоитъ изъ многогранныхъ клѣточекъ, наполненныхъ большимъ количествомъ продолговатыхъ хлорофилловыхъ зеренъ. Узкій срединный нервъ выдается гораздо сильнѣе на брюшной, нежели на спинной сторонѣ; онъ состоитъ, въ направленіи сверху внизъ (въ чемъ можно убѣдиться, дѣлая различную установку), изъ широкихъ, мало удлинненныхъ, затѣмъ изъ узкихъ, сильно удлинненныхъ и, наконецъ, изъ болѣе широкихъ клѣточекъ. Два

наружныхъ слоя клѣточекъ содержатъ хлорофиллъ, средніе его не содержатъ. Близъ точки роста на брюшной сторонѣ нерва вырастаютъ нѣсколько булабовидныхъ волосковъ, передняя часть которыхъ наполнена сильно преломляющимъ свѣтъ веществомъ. Изъ болѣе старыхъ частей нерва, а также изъ кривыхъ клѣточекъ слоевища, вырастаютъ такъ называемыя щетники, которыя образуютъ на своихъ вершинахъ, при благопріятныхъ условіяхъ, пластинчатые присоски (Haftscheiben) и исполняютъ въ такомъ случаѣ роль ризоидовъ. Онѣ помѣщаются всегда на задней, болѣе удаленной отъ верхушки части клѣточки, отъ которой онѣ отдѣляются посредствомъ изогнутой перегородки, не достигающей полной высоты клѣточки, но отдѣляющей только одинъ ея уголъ или край. — Какъ показываетъ поперечный разрѣзъ, внутреннія клѣточки нерва отличаются нѣсколько болѣе утолщенными, почти колленхиматическаго вида, блестяще-бѣлыми стѣнками. — Чрезвычайно поучительно и весьма легко прослѣдить у *Metzgeria* способъ дѣленія въ точкѣ роста ⁶⁾. Наростающая верхушка *Metzgeria* представляетъ сравнительно очень небольшую выемку. Дно этой верхушечной выемки, какъ разъ въ томъ мѣстѣ, въ которомъ кончается срединный нервъ, занято верхушечною клѣточкою. Эту послѣднюю разсматриваемъ со спинной стороны, чтобы не мѣшали булабовидные волоски. Верхушечная клѣточка (фиг. 72, *t*) двусторонняя, имѣетъ форму равнобедреннаго треугольника, съ обращеннымъ впередъ, болѣею частию немного выпуклымъ основаніемъ и слабо изогнутыми боковыми стѣнками. Она дѣлится посредствомъ перегородокъ, параллельныхъ одной изъ ея сторонъ, и такимъ образомъ отдѣляетъ попеременно то съ правой, то съ лѣвой стороны сегменты (*s*), которые лежатъ поэтому всѣ въ одной плоскости.

Примѣчаніе къ XVIII-му упражненію.

¹⁾ Справ. P. G. Lorentz, Jahrb. f. wiss. Bot. VI. 1867—68, pag. 363; Goebel, Grundriss der systematischen und speziellen Pflanzenmorphologie, 1882; pag. 184; здѣсь и литература, pag. 179; въ новѣйшее время также G. Fritsche, Ber. d. deutsch. bot. Gesell., I Jahrg. pag. 83; Haberlandt, тамъ-же, pag. 263; и Oltmanns, in Cohn's Beitr. z. Biol. Bd. IV, pag. 1.

²⁾ Справ. Leitgeb, Untersuchung. über Lebermoose, VI. Heft. 1881, здѣсь и дальнѣйшая литература.

³⁾ Pfeffer, die Oelkörper der Lebermoose, Flora 1874, № 2.

⁴⁾ Voigt, Beitrag zur vergl. Anat. der Marchantien, Bot. Ztg. 1879, Sp. 729.

⁵⁾ Справ. Leitgeb, Untersuchungen über die Lebermoose, Heft III, pag. 34. Здѣсь и прочая литература.

⁶⁾ Справ. Kny, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd, IV pag. 85.

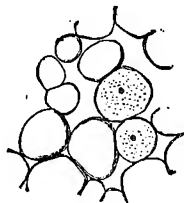
XIX. Упражнение.

Строение вегетативныхъ органовъ грибовъ, лишайниковъ и водорослей. Окрашиванія клѣточного содержимаго.

Вегетативные органы грибовъ, если не принимать во вниманіе извѣстнаго числа простѣйшихъ формъ, состоятъ изъ нитевидно удлинненныхъ, болѣе или менѣе сильно вѣтвящихся нитей, изъ гифъ. Эти послѣднія или не имѣютъ перегородокъ и вполне одноклѣтны, или же подѣлены перегородками на рядъ слѣдующихъ одна за другою клѣточекъ. Даже самыя большіе грибы состоятъ изъ такихъ, въ подобномъ случаѣ сильно вѣтвящихся и переплетающихся гифъ. Конечно, въ нѣкоторыхъ случаяхъ гифы могутъ такъ плотно соединиться, что получается твань, называемая псевдопаренхимой, которая въ высшей степени напоминаетъ паренхимныя ткани вышихъ растений. Но псевдопаренхима является результатомъ соединенія клѣточныхъ нитей, а не дѣленія клѣточекъ по тремъ направленіямъ. — Чтобы ориентироваться относительно подобнаго рода строенія, подвергнемъ изслѣдованію плодовое тѣло шляпнаго гриба (гименомицета) (1). Мы беремъ для примѣра шампиньонъ, *Agaricus campestris*, потому что этотъ грибъ можно теперь имѣть во всякое время года и, кромѣ того, онъ имѣетъ сравнительно простое строеніе. Сначала сдѣлаемъ продольный разрѣзъ изъ ножки взрослаго экземпляра. — На такомъ разрѣзѣ ясно видно строеніе въ видѣ продольно идущихъ гифъ и помощью иглы, его можно разъединить въ продольномъ направленіи на волокна. Гифы болѣе или менѣе параллельны, нѣкоторыя проходятъ среди другихъ въ косвенномъ направленіи. Каждая гифа представляетъ клѣточную нить, которая производитъ мѣстами боковыя вѣтви. Послѣднія вырастаютъ или непосредственно подъ перегородками, или же ниже, изъ боковыхъ поверхностей. Мѣстами встрѣчаются слѣпыя окончанія вѣтокъ. Часто клѣточки сосѣднихъ гифъ являются соединенными посредствомъ поперечной вѣтки и открыто сообщаются одна съ другою. На периферіи ножки гифы уже, но сплетеніе ихъ весьма рыхло, почему и направленіе совершенно неправильное. Большія массы воздуха выполняютъ здѣсь промежутки между гифами. — Пока не обнаружилось вредное дѣйствіе воды на содержимое гифъ, до тѣхъ поръ это содержимое мало

замѣтно; оно представляется собраннымъ въ большемъ количествѣ только возлѣ поперечныхъ стѣнокъ. Позже въ клѣточкахъ образуются большія вакуоли. Изрѣдка въ клѣточкахъ попадаются мелкіе кристаллы.

Поперечный разрѣзъ ножки представляетъ паренхимобразный видъ, утрачивающійся только въ среднихъ частяхъ, въ которыхъ гифы обнаруживаются также и сбоку. Эта псевдопаренхимная ткань представляется какъ-бы состоящею изъ неравной величины, неправильно-многогранныхъ клѣточекъ, между которыми находятся болѣе или менѣе многочисленныя межклѣтныя пространства и полости (фиг. 73). При тщательномъ изслѣдованіи разрѣза, какъ-разъ на срединѣ нѣкоторыхъ клѣточекъ замѣчается сильно преломляющая свѣтъ точка (срав. фигуру). Въ такомъ мѣстѣ разрѣзъ коснулся поперечной перегородки, а центральная точка представляетъ пору, которая съ обѣихъ сторонъ перегородки покрыта скопленіемъ сильно преломляющаго свѣтъ вещества. Такія поры въ центрѣ поперечныхъ стѣнокъ вообще распространены у базидіомицетовъ и аскомицетовъ²⁾. — Клѣточки гифъ содержатъ въ стѣнкоположной протоплазмѣ многочисленныя, очень мелкія клѣточные ядра, но ихъ не легко обнаружить, и мы воздержимся отъ доказательства ихъ существованія.



Фиг. 73. *Agaricus campestris*. Часть поперечнаго разрѣза ножки. Въ двухъ гифахъ поперечный разрѣзъ коснулся поперечной стѣнки, на которой видна центральн. точка.
Увел. 540.

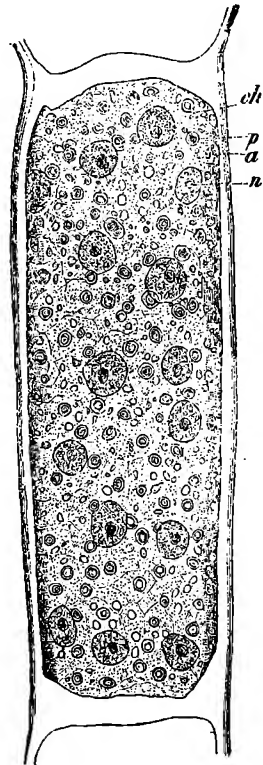
Со строеніемъ слоевища (Thallus) лишайниковъ, лучше всего познакомиться по повсемѣстно распространенной на стволахъ деревьевъ *Anaptychia ciliaris*. Слоевище его приподнимающееся, листовидно-кустарникообразное; на спинной сторонѣ сѣро-зеленаго или даже яркозеленаго, на брюшной сторонѣ сѣраго цвѣта. Отъ края слоевища отходятъ жесткія рѣсницы, которыя частіе виллообразно раздѣляются на своихъ концахъ и тамъ, гдѣ прикасаются къ субстрату, прирастаютъ къ нему. Зажимаемъ кусочки слоевища въ бузинную сердцевину и дѣлаемъ поперечные разрѣзы. При достаточно сильномъ увеличеніи видимъ, что спинная поверхность слоевища состоитъ изъ плотно сплетенныхъ, толстостѣнныхъ гифъ. Онѣ образуютъ такъ называемый коровый слой. Далѣе внутрь, сплетенія гифъ раздвигаются, образуя рыхлый «сердцевинный слой». Здѣсь не трудно убѣдиться, что гифы представляютъ собою длинныя, мѣстами вѣтвящіяся и подѣленныя поперечными перегородками трубочки. На границѣ между корою и сердцевиною лежатъ разсѣянно сравнительно большія, зеленныя, шаровидныя клѣточки—гонидіи. Онѣ соответствуютъ водоросли *Cystococcus humicola* Naeg.

Гифы прикладываются къ гонидіямъ и достаютъ этимъ послѣднимъ питательные соки, взаимѣнъ чего получаютъ отъ гонидій часть ассимилированныхъ ими веществъ. Мы имѣемъ здѣсь слѣдовательно дѣло съ «симбіозомъ», совместную жизнь гриба и водоросли, основанную на взаимной услугѣ. На брюшной сторонѣ слоевища *Anartychia* грибныя гифы снова плотнѣе сплетаются, образуя родъ нижней коры; или жъ такое болѣе плотное сплетеніе отсутствуетъ и рыхлая сердцевинная ткань простирается до самой брюшной поверхности, какъ это чаще всего бываетъ. По крайнѣ слоевища коровый слой спинной стороны всегда переходитъ нѣсколько на брюшную сторону. Отъ этихъ краевъ, въ чемъ мы уже убѣдились микроскопически, отходятъ волокна для прикрѣпленія (ризины), которые представляются состоящими изъ параллельныхъ, плотно соединенныхъ гифъ. Стѣнки этихъ гифъ имѣютъ буроватую окраску. У своихъ основаній пучки часто развѣтвляются илообразно. У другихъ лишайниковъ ризины вырастаютъ обыкновенно на брюшной сторонѣ слоевища. Растворъ хлор-цинк-іода окрашиваетъ стѣнки гонидій немедленно въ прекрасный синій цвѣтъ, между тѣмъ какъ гифы принимаютъ только желтую или желтобурю окраску, обнаруживая реакцію такъ называемой грибной клѣтчатки.

Anartychia ciliaris представляетъ намъ лишайникъ съ слоистымъ или гетеромернымъ слоевищемъ, которое названо такъ именно потому, что гонидіи образуютъ въ слоевищѣ особый слой. У менѣе высоко организованныхъ лишайниковъ слоевище гомеомерное, то-есть гонидіи распредѣляются по всей ткани. Къ послѣднимъ относятся и студенистые лишайники, у которыхъ гонидіи находятся въ прозрачной студени, пронизанной гифами гриба. Водоросли, принимающія участіе въ построеніи лишайника, тоже бываютъ различныя, онѣ окрашены въ зеленый или синезеленый цвѣтъ, но почти всѣ принадлежатъ къ самымъ низшимъ группамъ.

Cladophorae представляютъ сильно вѣтвящіеся, зеленые нити, которыхъ члены становятся тоньше, по мѣрѣ вѣтвленія. Это самыя распространенныя прѣсноводныя водоросли и всѣ виды ихъ пригодны для изслѣдованія, но точное опредѣленіе видовъ этого рода очень затруднительно. Мы избираемъ для болѣе подробнаго изслѣдованія темно-зеленую *Cladophora glomerata*, которая образуетъ пловучія дерновины. Она пучковидно вѣтвится, и вѣтви отходятъ, какъ и у всѣхъ прочихъ видовъ, отъ верхняго конца члена. Вѣтвленіе происходитъ въ акропетальномъ направленіи, такъ что конечныя клѣточки вѣтвей должно считать верхушечными. Но и болѣе старые члены могутъ производить позже вѣтви, нѣкоторымъ образомъ придаточ-

ныя вѣтви. При достаточно сильномъ увеличеніи стѣнкоположное содержимое представляется состоящимъ изъ многогранныхъ пластинокъ (фиг. 74, *ch*), которые отдѣлены другъ отъ друга нѣжными, безцвѣтными линіями. Въ каждой пластинкѣ замѣчаются болѣе или менѣе многочисленныя блѣдныя зерна (*a*); кромѣ того, въ отдѣльныхъ пластинкахъ помѣщаются сравнительно большія, болѣе или менѣе правильной шаровидной формы, сильнѣе преломляющія свѣтъ образованія, которыя прежде называли скопленіями крахмала (*Amylumheerde*), а въ новѣйшее время называли пиреноидами ⁴⁾ (*p*) и въ которыхъ болѣе или менѣе ясно различается внутреннее ядро и оболочка. Внутри клѣточка наполнена клѣточнымъ сокомъ, который пронизываютъ безцвѣтныя, чрезвычайно тонкія пластинки, которыя, направляясь отъ стѣнкоположнаго содержимаго, раздѣляютъ полость клѣточки на неправильныя, различной величины, многогранныя камеры. Мѣстами во внутреннихъ протоплазматическихъ пластинкахъ замѣчаются хроматофоры. При установкѣ относительно оптическаго разрѣза, мы замѣчаемъ, что отъ стѣнкоположнаго содержимаго мѣстами вдаются въ полость клѣточки безцвѣтные шарики протоплазмы. Это клѣточные ядра, въ которыхъ, при особенно удобномъ положеніи, можно даже различать и ядрышко. Какъ видно изъ этого наблюденія, мы имѣемъ у *Cladophora* дѣло съ многоядерными клѣточками. Если теперь препаратъ придавить достаточно сильно, въ такомъ случаѣ въ сдавленныхъ клѣточкахъ содержимое нѣсколько отступаетъ отъ стѣнокъ, а отдѣльныя хлорофильныя пластинки отдѣляются другъ отъ друга и округляются. Въ тоже время ясно обнаруживаются въ хроматофорахъ мелкія зерна и скопленія крахмала, и хроматофоры выглядятъ теперь совершенно такъ, какъ и хроматофоры вышихъ растений, когда на нихъ подѣйствовала вода. Если прибавимъ теперь къ препарату небольшое количество раствора іода въ іодистомъ кали, то мелкія зерна, равно какъ и оболочки крахмальныхъ



Фиг. 74. *Cladophora glomerata*. Одна клѣточка пяти, срисованная съ препарата, фиксированнаго хромовой кислотой и окрашеннаго карминомъ. *n* — клѣточные ядра; *ch* — хроматофоры; *p* — скопленія крахмала; *a* — крахмальные зернышки. Увел. 540.

скоплений окрашиваются въ фиолетовый цвѣтъ, но, находясь въ зеленыхъ хроматофорахъ, представляются бурыми; замѣтными мѣстами клѣточные ядра тоже принимаютъ бурую окраску. Мы можемъ отыскать въ этомъ препаратѣ неповрежденные клѣточки, въ которыхъ крахмальные зерна и пиреноиды, окрашенные въ ихъ естественномъ положеніи, явственно обнаружались и въ которыхъ, при болѣе глубокой установкѣ, можно ясно различить и клѣточные ядра. — Разсмотримъ теперѣ еще одну нить, которую помѣщаемъ непосредственно въ каплю алкогольнаго раствора пикриновой кислоты, причемъ въ окрашенномъ въ желто-бурый цвѣтъ содержимомъ клѣточкѣ рѣзко обнаруживаются и ядра пиреноидовъ. При достаточно сильномъ увеличеніи, образованія эти представляются угловатыми: это бѣлковые кристаллы ⁵⁾, которыхъ бываетъ, иногда и по два въ одномъ пиреноидѣ. — По прошествіи короткаго времени, въ хлорофилловыхъ пластинкахъ появляются неправильно очерченныя бурныя зерна, которыя происходятъ вслѣдствіе разрушенія хлорофильнаго пигмента и представляютъ намъ реакцію гипохлорина или хлорофиллана ⁶⁾. Ту же реакцію мы получили бы и отъ дѣйствія другихъ кислотъ. — Но, чтобы точнѣе изучить клѣточные ядра и получить полное представленіе о ихъ распредѣленіи, употребимъ еще нѣкоторыя средства, которыя, притомъ, дадутъ намъ случай познакомиться съ нѣкоторыми хорошими методами фиксированія и окрашиванія, которымъ гистологическія изслѣдованія обязаны въ новѣйшее время немалыми успѣхами. Положимъ нѣсколько вѣтокъ *Cladophora* въ 1% хромовую кислоту, другую маленькую порцію въ концентрированную пикриновую кислоту, третью — въ 1% хромово-уксусную кислоту (хромовой кислоты 0,7%, уксусной кислоты 0,3% ⁷⁾). При этомъ необходимо обращать вниманіе на то, чтобы количество реактива превосходило величину фиксируемаго объекта по крайней мѣрѣ въ 100 разъ. Въ 1% хромовой и хромово-уксусной кислотахъ препараты оставляютъ на нѣсколько часовъ, можно даже оставить на 24 часа. Всѣ эти препараты необходимо затѣмъ промыть самымъ тщательнымъ образомъ въ дистиллированной водѣ; ихъ полезно оставить въ часто перемѣняемой водѣ на 24 часа. Особенно тщательной обработки требуютъ пикриново-кислотные препараты, если они должны быть окрашены гематенинъ-аммоніакомъ. — Различнымъ образомъ фиксированные и хорошо промытые препараты помѣщаемъ теперь въ часовыя стекла съ Билевскимъ карминомъ ⁸⁾, съ Тиршевскимъ или Гренахеровскимъ борнымъ карминомъ, а также и съ Гойеровскимъ нейтральнымъ карминово-кислымъ аммоніакомъ. Въ карминѣ Билиа разрывы должны пролежать до 24 часовъ, въ Гойеровскомъ карминѣ половину этого времени, въ борномъ карминѣ нѣсколько часовъ. Новую порцію нитей окрашиваемъ Гренахеровскимъ или Бёмеровскимъ

гематоксилиномъ, который долженъ быть возможно старѣе, для того, чтобы хорошо красилъ. Растворъ этотъ употребляютъ сильно разбавленнымъ. Лучше всего отъ поры до времени брать маленькія пробы объектовъ подъ микроскопъ, чтобы контролировать степень окраски и чтобы вынуть ихъ, какъ только они вберутъ достаточное количество красящаго вещества. Если-бы, не смотря на эту предосторожность, произошло нѣкоторое перекрашиваніе объектовъ, т. е. они окрасились-бы слишкомъ сильно, въ такомъ случаѣ ихъ кладутъ въ чистую воду или въ водный растворъ квасцовъ, или же въ воду, содержащую слѣды соляной кислоты, и оставляютъ въ соотвѣтственной жидкости до тѣхъ поръ, пока окраска не уменьшится въ нужной степени. Если препараты были обработаны водою, содержащею кислоту, въ такомъ случаѣ необходимо ихъ промывать въ теченіи нѣсколькихъ минутъ очень слабой аммоніакальной водою. Чтобы окрасить препараты гематинъ-аммоніакомъ ⁹⁾, необходимо предварительно удалить изъ нихъ всякій слѣдъ пикриновой кислоты. Для этого мы переносимъ ихъ въ прокипяченную воду, которую еще много разъ мѣняемъ. Въ этой водѣ, которая кипяченіемъ освобождена предварительно отъ углекислоты, предметы остаются въ теченіи 24, даже 48 часовъ, и только послѣ этого подвергаютъ ихъ окрашиванію. Для послѣдней цѣли бросаютъ въ небольшое количество дистиллированной воды нѣсколько кристалликовъ гематоксилина и дѣйствуютъ на воду амміачнымъ газомъ. Послѣдняго достигаемъ посредствомъ промывательной склянки (Spritzfläschchen), которая содержитъ небольшое количество амміачнаго газа и въ которой обѣ трубки не доходятъ до жидкости. Послѣ этого кристаллы гематоксилина растворяются, окрашивая жидкость въ прекрасный фіолетовый цвѣтъ. Жидкость эту сильно разбавляютъ водою и кладутъ въ нее препараты приблизительно на два часа. И въ данномъ случаѣ можно непосредственно контролировать надлежащій моментъ окраски. Лучше препараты немного перекрашивать, и затѣмъ промывать нѣсколько часовъ водою. Такой методъ окрашиванія нѣсколько хлопотливъ; но даетъ иногда наиболѣе прекрасные результаты. Препараты, фиксированные не пикриновой кислотой, но какимъ нибудь другимъ способомъ, для окрашиванія гематинъ-амміакомъ мало пригодны. Препараты, обработанные Бидевскимъ карминомъ, борнымъ карминомъ или Гойеровскимъ карминомъ, тоже лучше всего удаются, если ихъ немного перекрасить и затѣмъ положить на нѣкоторое время въ часовое стеклышко съ 50 — 70% алкоголемъ, къ которому прибавлена одна капля соляной кислоты (для этой цѣли можно держать приготовленнымъ уже приблизительно 1/2% растворъ соляной кислоты въ 70% алкоголѣ). Сначала такіе препараты обнаруживаютъ диффузную окраску, но въ солянокисломъ алкоголѣ по-

лучается рѣзкая окраска. Препараты, помѣщенные въ содержащій соляную кислоту алкоголь, должны быть во всѣхъ случаяхъ промыты алкоголемъ, не содержащимъ кислоты.

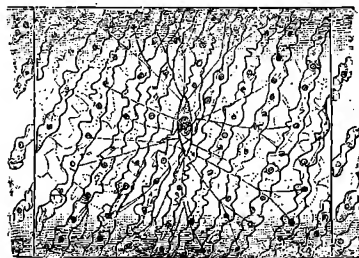
Если по окончаніи изслѣдованія пожелаемъ приготовить прочные препараты, то въ качествѣ сохраняющей среды употребляемъ глицеринъ или глицериновую желатину, или же Гойеровскую жидкость для карминовыхъ препаратовъ. Чтобы гематоксилинная окраска могла сохраниться въ глицеринѣ или глицериновой желатинѣ, необходимо чтобы эти вещества были вполне свободны отъ кислоты. Гойеровская жидкость весьма пригодна и для гематоксилиновыхъ препаратовъ. — Имѣющіеся препараты нельзя сразу класть въ сохраняющую среду, такъ какъ они, въ противномъ случаѣ, вслѣдствіе быстрой потери воды, съеживаются. Поэтому, ихъ надо сперва положить въ сильно разбавленный глицеринъ, который на воздухѣ постепенно концентрируется. Послѣ этого чисты могутъ быть перенесены въ концентрированный глицеринъ или глицериновую желатину, или же въ Гойеровскую жидкость безъ замѣтныхъ послѣдствій. Глицериновые препараты мы заклеиваемъ канадскимъ бальзамомъ. Глицериновая желатина и Гойеровская сохраняющая жидкость, какъ это намъ уже извѣстно относительно первой, не нуждаются въ дальнѣйшей заклеивкѣ.

Наконецъ мы подвергаемъ тщательному изслѣдованію различные препараты и находимъ, что лучше всего удались въ данномъ случаѣ фиксированные хромовой кислотой или хромовокислой смѣсью и окрашенные борнымъ карминомъ, а также гематоксилинные и гематейнъ-амміачные препараты, соотвѣтственнымъ образомъ фиксированные. Но теперь же слѣдуетъ замѣтить, что такой результатъ обязателенъ только для даннаго объекта и что для другихъ могутъ имѣть предпочтеніе такіе методы, которые здѣсь менѣе пригодны. Часто случается также, что методъ, вообще дающій хорошую окраску, вдругъ почему-то не удается, такъ что никогда не надо дѣлать выводовъ на основаніи отдѣльныхъ случаевъ. Вообще фиксированіе и окрашиваніе содержимаго клѣточекъ сдѣлалось искусствомъ, которое должно быть изучено и требуетъ упражненія, а потому нужно приготовиться къ неудачамъ на первыхъ порахъ. — Мы выбрали *Cladophora* какъ пригодный объектъ для перваго ознакомленія съ методами фиксированія и окрашиванія; кто пожелаетъ ограничиться въ данномъ случаѣ самымъ вѣрнымъ и всегда удающимся методомъ, тотъ можетъ фиксировать указаннымъ способомъ посредствомъ 1% хромовой кислоты и окрашивать одну часть матеріала борнымъ карминомъ, другую — гематоксилиномъ. Окрашиваніе борнымъ карминомъ удается почти всегда.

Въ борно-карминномъ препаратѣ (фиг. 74) ядра обнаруживаются весьма рѣзко. Пиреноиды, равно какъ и прочая протопласма

клеточки, почти не окрашиваются; крахмальные зерна тоже не вбирают красящего вещества. Пиреноиды обнаруживают теперь внутри себя очень ясно сильное преломляющий свет бѣловый кристалл, окруженный полым шаромъ, который даетъ съ йодомъ, какъ мы уже раньше видѣли, крахмальную реакцію. Клеточныя ядра, на которые мы обращаемъ особенное вниманіе, распределены въ клеточкѣ приблизительно равномерно, прилегаютъ изнутри къ хлорофильному слою и вдаются въ массу клеточки. Каждое ядро содержитъ сильно окрашенное ядрышко и представляется въ общемъ какъ бы мелкозернистымъ или пористымъ. — Гематоксилинные, а также гематеинные препараты представляютъ ядра сильно окрашенныя и обнаруживаютъ, хотя и слабо, кристаллы въ пиреноидахъ. Крахмальные зерна не окрашены, но микросомы протоплазмы окрашиваются, и притомъ почти такъ же сильно, какъ и кристаллы въ пиреноидахъ.

Простую клеточную нить представляетъ намъ родъ *Spirogуга*. Для изслѣдованія выбираемъ видъ, который имѣетъ центральное, легко видимое ядро. Такую организацию имѣетъ примѣрно *Spirogуга majuscula* ¹⁰⁾, которую встрѣчаютъ мѣстами въ лужахъ, не особенно рѣдко, но спорадически. Но и другіе виды съ центральнымъ ядромъ могутъ служить для наблюденій и представлять въ существенныхъ чертахъ строенія лишь небольшія уклоненія. Если имѣется уже хорошій матеріалъ, то необходимо сохранять его въ культурѣ. Лучше всего это удастся въ сравнительно низкихъ сосудахъ, стѣнки которыхъ непрозрачны или покрыты черною бумагою, такъ какъ односторонній свѣтъ дѣйствуетъ вредно. Сосуды должны стоять въ свѣтломъ мѣстѣ, но надо ихъ защитить отъ непосредственной солнечной. Въ рѣчную или колодезную воду, которая не должна содержать слишкомъ много извести, бросаютъ отъ поры до времени вываренные и пропитанные питательною жидкостью кусочки торфа. Такую питательную жидкость мы составляемъ соотвѣтственнымъ образомъ, растворяя въ 100 *сст.* воды 1 *г.* азотно-кислаго кали, 0,5 *г.* хлористаго натрія, 0,5 *г.* сѣрно-кислой извести, 0,5 *г.* сѣрнокислой магнезій, 0,5 *г.* хорошо измѣленной фосфорнокислой извести (растворяются только слѣды этой послѣдней) ¹¹⁾. При такой обстановкѣ *Spirogуга*, и вообще водо-



Фиг. 75. *Spirogуга majuscula*. Клетка нити, изображенная при различныхъ установкахъ; видны центральное ядро и нити, на которыхъ оно подвѣшено. Увел. 240.

росли, развиваются хорошо.— Взрослыя клѣточки *Spirogyra majuscula* приблизительно въ $1\frac{1}{2}$ —2 раза длиннѣ ширины (фиг. 75). Клѣточная оболочка устлана нѣжнымъ, безцвѣтнымъ, протоплазматическимъ слоемъ, который ясно обнаруживается, если клѣточку пласмолизировать, т. е. если ея протоплазматическое тѣло заставить сѣжаться посредствомъ водоотнимающихъ веществъ, напр. раствора сахара, глицерина, раствора поваренной соли или селитры. Вдоль стѣнокъположнаго слоя извивается отъ 8 до 10 хлорофильныхъ лентъ, которыя большею частію представляются круто и густо завитыми. Ленты имѣютъ красивыя очертанія и достаточно прозрачны, чтобы можно было рассмотреть внутреннюю часть клѣточки. На неравныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга помѣщаются внутри лентъ болѣе плотныя, шаровидныя, безцвѣтныя тѣла, уже извѣстные намъ пиреноиды. Эти пиреноиды представляютъ бѣловый кристаллъ и окружающій его въ видѣ полаго шара слой мелкихъ крахмальныхъ зеренъ. Угловатыя очертанія кристалловъ распознаются и безъ реактивовъ, но обнаруживаются нѣсколько рѣже, если прибавить къ препарату у края покровнаго стеклышка немного пикриновокислаго алкоголя. При обработкѣ растворомъ іода въ іодистомъ кали, все тѣло представляется темно-бурымъ, вслѣдствіе одновременной окраски крахмальной оболочки и бѣловаго кристалла. Центральное ядро имѣетъ у этого вида веретенообразную форму; но если давленіемъ на клѣточку измѣнить его положеніе, такъ чтобы оно обнаружилось сбоку, въ такомъ случаѣ оно представится намъ въ видѣ кружка; такимъ образомъ онъ имѣетъ въ дѣйствительности форму двояковыпуклой чечевицы. Въ срединѣ его находится большое, явственное ядрышко, рѣже внутри ядра равномерно распределено два или три такихъ ядрышка. — У другихъ близкихъ видовъ клѣточное ядро толще и при натуральномъ своемъ положеніи представляется въ видѣ прямоугольника съ закругленными углами.—Клѣточное ядро окружено весьма тонкимъ слоемъ протоплазмы, отъ которой идутъ нѣжныя протоплазматическія нити къ стѣнокъположному слою клѣточки. На этихъ нитяхъ клѣточное ядро подвѣшено въ полости клѣточки, наполненной клѣточнымъ сокомъ. Всѣ нити отходятъ отъ узкаго края клѣточного ядра, большею частію нѣсколько разъ на своемъ протяженіи вилкообразно развѣтвляются и прикрѣпляются къ внутренней сторонѣ хлорофильныхъ лентъ, именно къ выдающимся мѣстамъ, въ которыхъ помѣщаются пиреноиды. Въ большинствѣ случаевъ, въ этомъ легко можно убѣдиться, медленно измѣняя установку.

Примѣчаніе къ XIX-му упражненію.

¹⁾ Н. Hoffmann, Icones anal. fung., I—III; de Bary, Morphologie d. Pilze etc., pag. 49 ff.

²⁾ О порахъ въ перегородкахъ Florideae, срав. Bornet, études phycol., pag. 100, и Schmitz, Stzber. d. kgl. Akad. d. Wiss. z. Berl., 1883, pag. 218.

³⁾ Schmitz, Siphonocladaceen. pag. 17; Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 204.

⁴⁾ Schmitz, Chromatophoren d. Algen, pag. 37, срав. также pag. 16 и 35.

⁵⁾ На основаніи сообщеній А. W. Schimper'a.

⁶⁾ Pringsheim, особенно въ Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XII, pag. 294. А. Tschirsch, Ber. d. deut. bot. Gesell. Bd. I, pag. 140; тамъ и литература.

⁷⁾ Flemming, новѣйшее въ Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung, 1882, 379. Тамъ и литература.

⁸⁾ Свойство клеточнаго ядра — жадно вбирать красящія вещества и усвоить — было открыто Th. Hartig'омъ: «Ueber das Verfahren bei Behandlung des Zellkerns mit Farbstoffen», Bot. Ztg., 1854, Sp. 877. Entwicklungsgesch. d. Pflkeims, 1858, pag. 154. Въ животную гистологию этотъ приемъ былъ введенъ Gerlach'омъ. Mikr. Stud. a. d. Geb d. menschl. Morphol., 1858.

⁹⁾ Срав. Schmitz, Stzber. d. niederrh. Gesellsch., 13 Juli 1880, Sep. Abdr., pag. 2.

¹⁰⁾ Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 173.

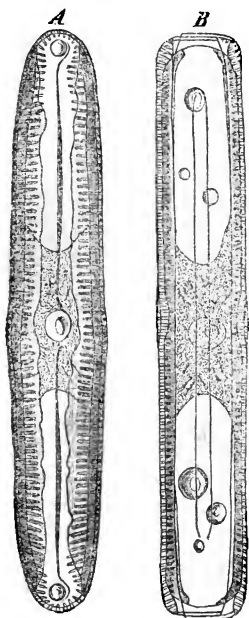
¹¹⁾ Питательный растворъ по Sachs'y. Vorl. über Pflanzen-Physiol., pag. 342.

XX. Упражненіе.

Діатомы, Protococcus, дрожжевики, дробящіеся водоросли.

Діатомы или Бацилляріи суть одноклеточные организмы, занимающіе промежуточное положеніе между животными и растениями и представляющіе обособленную группу. Наиболее подходящимъ объектомъ для ознакомленія съ строеніемъ Діатомъ, можетъ служить *Pinnularia viridis* ¹⁾, видъ весьма распространенный въ стоячихъ и проточныхъ водахъ. Между прѣсноводными формами она отличается сравнительно значительной величиною и вообще легко даетъ возможность разсмотрѣть строеніе ея тѣла. Она представляется подъ микроскопомъ — при чемъ мы должны ее изучать при самыхъ сильныхъ имѣющихся у насъ увеличеніяхъ — или въ видѣ удлинннаго эллипса, или въ видѣ прямоугольника съ закругленными углами. Въ первомъ видѣ мы наблюдаемъ ее со стороны створки (Schalenansicht, Nebenseite) (фиг. 76, А), въ послѣднемъ — съ поясковой стороны (Gürtelansicht,

Hauptseite) (фиг. 76, В). Со стороны створки клеточная оболочка представляется покрытою узкими бороздками, которые идутъ отъ края къ срединѣ, но до нея не доходятъ (срав. фигуру). Ихъ считаютъ, большею частію, углубленіями внѣшней поверхности створки, т. е. болѣе тонкими участками послѣдней. Средняя, гладкая часть, свободная отъ бороздокъ, представляетъ на своихъ концахъ и по срединѣ по одному сильнѣе преломляющему свѣтъ утолщенію, которое называютъ узелкомъ. Оба конечныхъ узелка соединяются съ центральнымъ узелкомъ посредствомъ линіи, которая подлѣ самаго центрального узелка изгибается въ одну и ту же сторону и заканчивается небольшоимъ расширеніемъ. Конечные узелки охватываются противоположными концами линіи серпообразно, для чего линія на обоихъ концахъ загибается въ бокъ въ томъ-же направленіи, какъ и у центрального узелка. На своемъ протяженіи между узелками линія немного расширяется; полагаютъ, что она представляетъ щель, которая ведетъ внутрь клеточки. На поясковую



Фиг. 76. *Pinnularia viridis*. А—Видъ со стороны створки, В—со стороны пояска. Увел. 540.

сторону бороздки не переходятъ (В), онѣ видны только по краямъ изображенія. При установкѣ относительно оптическаго разрѣза и при внимательномъ разсматриваніи концовъ клеточки, мы убѣждаемся въ замѣчательномъ фактѣ, именно въ томъ, что средняя часть стѣнки двойная. При тщательномъ изслѣдованіи оказывается, что здѣсь происходитъ надвиганіе другъ на друга (*Einschachtelung*) двухъ отдѣльных частей стѣнки. Къ краямъ обѣихъ эллиптическихъ частей клеточки, которые мы видѣли со стороны створки, прикрѣпляются, именно, части оболочки, кончающіяся свободнымъ краемъ. Такимъ образомъ, стѣнка этой клеточки состоитъ изъ двухъ половинъ, изъ которыхъ одна вставлена въ другую. Строеніе такой стѣнки совершенно соответствуетъ строенію эллиптической коробочки (*Schachtel*), съ надвинутою крышкою. Боковыя стѣнки крышки столь-же высоки, какъ и стѣнки коробочки, но не вполне надвинуты другъ на друга. Если при разсматриваніи нашей клеточки будемъ переходить отъ оптическаго разрѣза къ поверхности, то можемъ увидѣть здѣсь тонкіе края обѣихъ половинъ клеточки, въ видѣ нѣжныхъ линій.—Плоскія, покрытыя бороздками поверхности клеточной стѣнки называютъ створками, гладкія, къ

нимъ прикрѣпляющіяся боковыя стороны—поясками, отсюда и употребленіе уже указанныхъ выше названій для обѣихъ сторонъ. У *Pinnularia* легко удается давленіемъ или посредствомъ химическихъ реактивовъ выдвинуть одну половину клѣточной стѣнки изъ другой, нерѣдко попадаютъ и отмершіе экземпляры, у которыхъ этотъ процессъ произошелъ въ большей или меньшей степени самъ собой. При надавливаніи, пояски легко ломаются вдоль параллельной ихъ краю и близко отъ него проходящей линіи. Эти линіи, по одной у каждаго края, слѣдовательно двѣ на каждой поясковой сторонѣ, часто бываютъ замѣтны и представляютъ, вѣроятно, болѣе тонкія мѣста поясковъ. Онѣ не доходятъ до концовъ клѣточки. Содержимое клѣточки представляется нѣсколько различно, смотря потому, будемъ-ли мы имѣть передъ собою сторону створки или пояска. Въ первомъ случаѣ (фиг. 76, А) вдоль клѣточки, отъ одного конца ея до другаго, проходитъ срединная свѣтлая полоса; такимъ образомъ видна безцвѣтная цитоплазма клѣточки. По срединѣ клѣточки она скопляется въ видѣ двояковогнутаго плазматического мостика. Въ этомъ мостикѣ лежитъ клѣточное ядро, которое не всегда легко видѣть безъ примѣненія реактивовъ, а въ немъ относительно большое ядрышко. Съ свѣтлою полосой граничатъ съ обѣихъ сторонъ хроматофоры, имѣющіе гладкіе или выемчатые контуры, окрашенные въ бурый цвѣтъ «эндохромныя пластинки». Онѣ прилегаютъ, слѣдовательно, къ поясковымъ сторонамъ. Въ плазматическихъ мостикахъ замѣчаются попарно соединенныя палочки, значеніе которыхъ неизвѣстно. Наконецъ, въ ячейковомъ сокѣ находятся болѣею частию, но не всегда, болѣе или меньшей величины капли масла. Съ поясковой стороны тѣло клѣточки представляется равномернъ бурымъ, потому что хроматофоръ покрываетъ здѣсь весь стѣнокопложный безцвѣтный слой. Только на самыхъ оконечностяхъ клѣточки виднѣтся, безцвѣтная клѣточная плазма. Хроматофоръ имѣетъ равномерную плотность и равномерную окраску, безъ видимой дифференцировки. Съ поясковой стороны центральное скопленіе плазмы тоже представляется въ видѣ двояковогнутого мостика.

Просматривая наши препараты, приготовленные раньше изъ *Cladophora*, мы навѣрное можемъ найти прикрѣпившихся къ нитямъ діатомъ. Онѣ фиксированы и окрашены вмѣстѣ съ этой водорослю, и мы прекрасно можемъ видѣть въ каждой клѣточкѣ клѣточное ядро.

Между многочисленными экземплярами *Pinnularia* попадаются изрѣдка и двойные. Это клѣточки-сестры, недавно происшедшія изъ материнскаго экземпляра. Онѣ прилегаютъ одна къ другой створками и, если ихъ стѣнки развиты вполне, то

мы констатируемъ, что пояски обѣихъ внутреннихъ створокъ заключены въ пояскахъ обѣихъ наружныхъ створокъ. Послѣ происшедшаго раздѣленія содержимаго материнской клѣточки, эти внутреннія половинны стѣнокъ дочернихъ индивидуумовъ образовались вновь. Каждая клѣточка имѣетъ такимъ образомъ одну, болѣе старую и другую, болѣе молодую половину, и не трудно сообразить, что различіе въ возрастахъ обѣихъ половинокъ можетъ быть весьма значительнымъ.

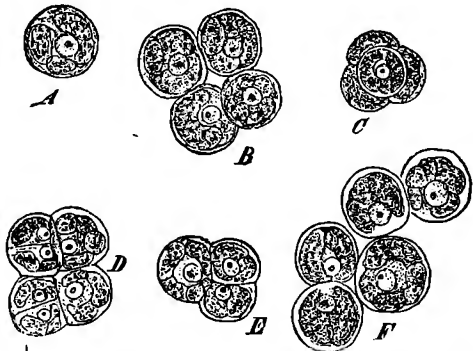
Экземпляры *Pinnularia* движутся. Обыкновенно клѣточки подвигаются въ направленіи своей длинной оси или равномерно, или толчками, по временамъ уклоняясь отъ своего пути и въ сторону. Онѣ не свободно плаваютъ, но ползаютъ по какому нибудь субстрату, и представляется весьма вѣроятнымъ, что сквозь принимаемую за щель линію, которую мы видѣли на срединѣ створки, выдвигается нижній протоплазматическій край и составляетъ органъ движенія, родъ псевдоподій.

Сдѣлаемъ препаратъ изъ *Pinnularia* на слюдяной пластинкѣ и прокалимъ его на пламени газовой горѣлки или спиртовой лампы. Послѣ того помѣщаемъ слюдяную пластинку на предметную и разсматриваемъ препаратъ сухимъ, накрывъ его однако кроющею пластинкою, при сильномъ увеличеніи. Мы убѣждаемся, что изъ *Pinnularia* получаются полные скелеты. Эти послѣдніе, при непродолжительномъ прокаливаніи, представляются буроватыми отъ обугливагося органическаго вещества, но, при болѣе продолжительномъ прокаливаніи, являются безцвѣтными. Соляная кислота не дѣйствуетъ на нихъ, они состоятъ изъ кремнезема и сохраняютъ мельчайшія черты строенія оболочки, которая, слѣдовательно, была проникнута кремнеземомъ въ высшей степени. Бороздки представляются на такихъ препаратахъ очень явственно, въ видѣ темныхъ полосокъ, прочія особенности строенія стѣнки тоже могутъ быть весьма хорошо изучены. Особенно прекрасно видны на створкахъ щели, которыя идутъ въ обѣ стороны отъ центральнаго узелка къ конечнымъ узелкамъ. Ясно замѣтно расщиреніе на ихъ срединѣ. На полюсовой сторонѣ рѣзко обнаруживаются края обѣихъ половинокъ клѣточной стѣнки; кромѣ того, на надвинутыхъ другъ на друга частяхъ видны двѣ линіи, параллельныя другъ другу и краямъ обѣихъ половинокъ клѣточки и не достигающія концовъ клѣточки. — Столь же прекрасные кремневые скелеты получаютъ, если предварительно подѣйствуемъ на діатомъ каплею концентрированной сѣрной кислоты и прибавимъ нѣсколько позже 20%, а затѣмъ, постепенно, концентрированной хромовой кислоты и, наконецъ, удаливъ эти реактивы посредствомъ воды²⁾. Створки діатомъ, бѣдные содержаніемъ кремнезема, не переносятъ ни прокаливанія, ни послѣдней описанной нами об-

работки; такія створки надо класть на 4 — 7 дней въ соляную кислоту, къ которой прибавляютъ немного хлорновато-кислаго кали. Послѣ этого, если створки еще не вполне отдѣлились, хорошо положить ихъ на 2 дня въ аммоніакъ и затѣмъ перенести въ азотную кислоту.

Замѣчательная особенность клѣточной стѣнки — ея сложеніе изъ двухъ половинъ, свойственно и другимъ діатомамъ. Также точно и движеніе наблюдается вообще у всѣхъ свободно живущихъ формъ. Даже многія приросшія или заключенныя въ студенистыя трубки способны къ движенію, между тѣмъ какъ большая часть формъ, образующихъ нити, какъ кажется, не обладаетъ движеніемъ. Благодаря своему чрезвычайно нѣжному строенію, діатомы употребляются, въ качествѣ пробныхъ предметовъ, для испытанія болѣе сильныхъ микроскопическихъ объективовъ. Въ особенности употребляются для этой цѣли створки *Pleurosigma angulatum*, которыя обнаруживаютъ при достаточно сильномъ увеличеніи правильно расположенные шестиугольники.

Чтобы познакомиться съ возможно простою формою изъ ряда одноклѣтныхъ, зеленыхъ водорослей, изслѣдуемъ *Protococcus*. Сюда относятся болѣею частію всѣ тѣ зеленые налеты, которые встрѣчаются на стволахъ деревьевъ, сырыхъ доскахъ, стѣнахъ и въ другихъ подобныхъ мѣстахъ. При этомъ мы оставляемъ въ сторонѣ вопросъ, должно ли разсматривать нашу *Protococcus* какъ самостоятельный видъ, или же какъ стадію развитія другой водоросли ³⁾ Форма (фиг. 77), которую мы нашли на старомъ стволѣ дерева, подходитъ подъ опредѣленіе *Protococcus viridis*. Разсматриваемъ ее при сильномъ увеличеніи и находимъ, что она состоитъ изъ изолированныхъ или соединенныхъ въ небольшія фамиліи шаровидныхъ клѣточекъ (фиг. 77, A—F). Содержимое клѣточекъ свѣтло-



Фиг. 77. *Protococcus viridis*, обработанный растворомъ іода въ іодистомъ кали. При D клѣточки лѣвой стороны вскорѣ послѣ дѣленія. Увел. 510.

зеленаго цвѣта, но, какъ показываютъ достаточно сильныя увеличенія, окрашена не вся плазма равномерно, а существуетъ извѣстное число хроматофоровъ, которые, соприкасаясь другъ съ другомъ, занимаютъ поверхность содержаго. Тамъ, гдѣ

ихъ соприкосновение не полно, виднѣется безцвѣтная плазма клѣточки. Приблизительно по срединѣ клѣточки помѣщается клѣточное ядро, снабженное ядрышкомъ, но, безъ употребленія реактивовъ, ядро большей частию не можетъ быть замѣчено. Клѣточки снабжены тонкою стѣнкою, которая окрашивается отъ хлор-цинк-іода въ фіолетовый цвѣтъ. Большею частию находимъ много клѣточекъ, которыя дѣлятся на-двое посредствомъ перегородки, раздѣляющей шаровидную клѣточку пополамъ (фиг. 77, D). Дѣленіе сосѣднихъ клѣточекъ совершается въ той-же или-же приблизительно въ перпендикулярной къ ней плоскости. Дочернія клѣточки вскорѣ разъединяются, округляясь (C, F); онѣ еще склеены нѣкоторое время, или же отдѣляются другъ отъ друга совершенно. Если клѣточки обработать растворомъ іода въ іодистомъ кали, въ такомъ случаѣ рѣзко выступаютъ клѣточные ядра (наши фигуры нарисованы по іоднымъ препаратамъ). Въ каждомъ ядрѣ ясно обнаруживается ядрышко. Въ клѣточкахъ, недавно образовавшихся путемъ дѣленія, молодые ядра прилегаютъ къ перегородкамъ (D). Растворъ іода обнаруживаетъ въ хроматофорахъ присутствіе мелкихъ крахмальныхъ зеренъ, но не пиреноидовъ.

Очень просто устроенными организмами представляются намъ безцвѣтные грибныя клѣточки, рассматриваемыя подъ общимъ именемъ сахароміцетовъ. Добываемъ себѣ пивныхъ дрожжей, всего лучше бродящаго сусла изъ пивоварни, и рассматриваемъ при сильномъ увеличеніи небольшую частицу, распредѣленную въ каплѣ воды. Поле зрѣнія представляется по-



Фиг. 78. *Saccharomyces cerevisiae*. 1 — не почкующіяся, 2 и 3 — почкующіяся клѣтчки.

Увел. 540.

крытымъ мелкими клѣточками, это — особи такъ называемаго грибка пивныхъ дрожжей, *Saccharomyces cerevisiae* ⁴⁾. Клѣточки имѣютъ шаровидную или эллипсоидальную форму, снабжены нѣжною ободочкою, а внутри ихъ находится одна большая или нѣсколько маленькихъ вакуоль и нѣсколько зернышекъ, сильнѣе преломляющихъ свѣтъ (фиг. 78, 1). Ядра не видно, но оно существуетъ и существованіе его, хотя и съ трудомъ, можно замѣтить ⁵⁾. Для этого нужно объектъ фиксировать посредствомъ пикриновой кислоты, испытаннымъ на *Cladophora* способомъ, и затѣмъ окрасить гематинъ-аммоніакомъ. Тогда въ каждой клѣточкѣ замѣчается маленькое, круглое, темнѣе окрашенное ядро. Живой объектъ, взятый нами для изслѣдованія, представляетъ множество размножающихся клѣточекъ. Размноженіе происходитъ здѣсь весьма своеобразно, именно, на клѣточкахъ появляется одно, рѣже нѣсколько маленькихъ, пуговкообразныхъ вздутій, которыя постепенно достигаютъ формы и величины материнской клѣточки и тогда отъ нея отдѣляются (2, 3). При очень энергическомъ раз-

витія находимъ дочернія клѣточки соединенными въ видѣ маленькихъ, мѣстами развѣтвляющихся цѣпочекъ; при медленномъ развитіи, клѣточки разъединяются передъ каждымъ новымъ почкованіемъ. Благодаря этому размноженію посредствомъ почкованія, «сахаромипеты» называютъ также почкующимися грибами (Sprosspilze). Въ жидкостяхъ, содержащихъ сахаръ, они вызываютъ алкогольное броженіе. — Въ новѣйшее время ⁶⁾ самостоятельность сахаромипетовъ была отрицаема и ихъ считали конидіями (извѣстный родъ споръ) различныхъ грибовъ, которымъ присуще свойство въ соотвѣтственныхъ питательныхъ жидкостяхъ размножаться до безконечности посредствомъ почкованія.

Разсмотримъ еще одну изъ Nostocaceae, которая имѣетъ для насъ интересъ, благодаря своимъ симбиотическимъ отношеніямъ къ другому растенію. Последнее растеніе — это культивируемая теперь во всѣхъ ботаническихъ садахъ *Azolla caroliniana*; а такъ какъ она перезимовываетъ въ теплицахъ, то мы получаемъ возможность добывать во всякое время матеріалъ изъ Nostocaceae. Вообще Nostocaceae весьма склонны къ симбиозу и мы находимъ ихъ въ весьма различныхъ растеніяхъ, но преимущественно въ качествѣ составной части тѣла лишайниковъ. Живущая въ *Azolla* — *Anabaena Azollae* находится въ опредѣленныхъ мѣстахъ этого растенія. Листья *Azolla* раздѣляются на двѣ лопасти. Верхняя лопасть мясистая и плаваетъ на водѣ, нижняя кожистая и погружена въ воду. Верхняя лопасть заключаетъ внутри себя большую полость, въ которую ведетъ узкое отверстіе, находящееся на внутренней поверхности листа. Эта полость наполнена анабеною и отъ ея стѣнокъ врастаютъ вѣтвистые волоски, вдающиеся въ извилины этой анабены. Чтобы получить анабену для изслѣдованія, разрываемъ пглами верхія лопасти нѣсколькихъ листьевъ, накрываемъ покровнымъ стеклышкомъ, придавливая его нѣсколько, — и послѣ того легко уже найти нити анабены. Во всякомъ случаѣ несомнѣнно, что ихъ находятъ въ каждомъ экземплярѣ *Azolla*. Разсмотримъ нити при возможно сильномъ увеличеніи (фиг. 79). Онѣ состоятъ изъ ряда боченкообразныхъ клѣточекъ, которые мѣстами перемежаются съ большою, эллипсоидальною или круглою клѣточкою — пограничною клѣточкою или гетероцистою. Нити извиваются змѣевижно, не образуя замѣтной студени. Все содержимое вегетативныхъ клѣточекъ имѣетъ синезеленый цвѣтъ, а погранич-

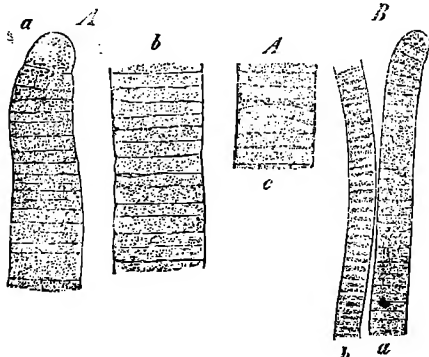


Фиг. 79. *Anabaena Azollae*. *a—d* послѣдовательныя стадіи дѣленія вегетативныхъ клѣточекъ; *h* — пограничная клѣточка. Увел. 540.

ныхъ — оливково-зеленый; въ этомъ содержимомъ различаются мелкія, болѣе темныя зернышки; ядра нѣтъ. Большею частью находимъ отдѣльные разноточающіеся клѣточки (фиг. 79, *a—d*). Если взять вѣтку *Azolla* между пальцевъ и сдѣлать плоскостные разрѣзы изъ нихъ, то нерѣдко можно будетъ увидѣть анабену въ ея естественномъ положеніи внутри полости листа. Но нужна благопріятная случайность, чтобы полость была перерѣзана въ надлежащемъ направленіи. Большею частію, это удастся и тогда видны и вѣтвистые волоски, пронизывающіе анабену.

Совершенно подобное строеніе имѣютъ нити оливково-зеленыхъ, морщинистыхъ студенистыхъ массъ, которыя часто попадаютъ въ большомъ количествѣ на дорогахъ и представляютъ собою *Nostoc cinifolium* Tournefort (*commune* Vauch.) ?).

При изслѣдованіи наземныхъ формъ *Vaucheria*, въ особенности же собранныхъ на цвѣточныхъ горшкахъ, попадаютъ осцилларіи, которыя тоже относятся къ дробящимся растеніямъ (схизофитамъ, *Spaltpflanzen*) и весьма близки къ *Nostocaceae*. Но вообще онѣ встрѣчаются повсемѣстно въ стоячихъ водахъ, на илистой почвѣ и т. п. Ихъ присутствіе нерѣдко обнаруживается непріятнымъ, гнилостнымъ запахомъ. При культивированіи въ сосудахъ, онѣ вылазятъ отчасти по ихъ стѣнкамъ выше поверхности воды. Это почти прямые или загнутые нити, которыя окрашены въ сине-зеленный, голубо-зеленный, оливково-



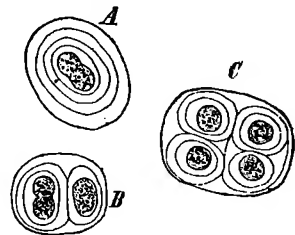
Фиг. 80. *A* — *Oscillaria princeps*, *B* — *Oscillaria Froelichii*. *a* — концы нитей; *b* — среднія участки нитей; *c* при *B* — скопившіеся у перегородокъ зернышки; *c* при *A* — отмершая клѣточка между живыми.

у другихъ — весьма трудно. За исключеніемъ этого различія, въ строеніи этихъ организмовъ господствуетъ большое однооб-

разіе. Содержимое кліточекъ, если окрашено, то во всей своей массѣ равномерно; въ немъ не замѣчается ядра, но существуетъ большое число мелкихъ зернышекъ. Зернышки или равномерно распредѣлены во всей массѣ содержимаго, или же скопляются преимущественно у перегородокъ. — Все равно какой бы видъ ни былъ взятъ для изслѣдованія; но болѣе толстые, съ явственными перегородками, въ родѣ изображенныхъ на фиг. 80, заслуживаютъ предпочтенія.

Чрезвычайно интересны явленія движенія, бросающіяся въ глаза въ самомъ началѣ изслѣдованія осциллярій. Особенно хорошо можно разсмотрѣть движеніе при сильномъ увеличеніи у болѣе толстыхъ формъ, съ нѣсколькими загнутыми концами и явственными зернышками. Мы убѣждаемся въ такомъ случаѣ, что движеніе нитей сопровождается медленнымъ вращеніемъ вокругъ ихъ оси. Въ тоже время нить производитъ неправильные изгибы, «нутаціи», которыя представляются выраженіемъ различія въ интенсивности роста на различныхъ сторонахъ. Эти изгибы совершаются преимущественно медленно, но могутъ быть поводомъ и сильныхъ движеній, именно тогда, когда изгибаніе задерживается какимъ нибудь препятствіемъ, послѣ преодоленія котораго напряженіе сразу уравнивается. Нити осциллярій движутся то впередъ, то назадъ. Движенія могутъ совершаться только въ томъ случаѣ, когда нить находитъ опору въ какомъ нибудь другомъ предметѣ. Прямые нити движутся такимъ-же образомъ, какъ и изогнутыя, но у послѣднихъ явленіе это особенно хорошо замѣтно и наблюдается непосредственно, между тѣмъ какъ у прямыхъ нитей, чтобы замѣтить движеніе, необходимо фиксировать отдѣльные зернышки ихъ поверхности. Причина движенія еще не дознана съ достовѣрностію; въ новѣйшее время утверждали, что оно обусловливается отростками протоплазмы, которые выдаются черезъ оболочку наружу⁸⁾.

Къ тому-же классу организмовъ, какъ *Nostocaceae* и *Oscillariaceae*, принадлежатъ и еще проще устроенныя *Chroococcaceae*, съ которыми мы познакомимся по одному изъ весьма распространенныхъ видовъ *Gloeocapsa*. Мы избираемъ для примѣра произрастающую на сырыхъ стѣнахъ и скалахъ *Gloeocapsa polydermatica* (фиг. 81), которая узнается по своему грязнозеленому или оливковому студенистому слоевищу и по плотнымъ, явственнымъ и многочисленнымъ слоямъ оболочки. Но и другой видъ, съ менѣе хорошою слоистостію оболочки, столь-же пригоденъ. У всѣхъ находимъ въ студенис-



Фиг. 81. *Gloeocapsa polydermatica*. При А въ началѣ дѣленія, при В, слѣва, вскорѣ послѣ дѣленія.

Увел. 540.

тыхъ покрывахъ равномерно окрашенные, болѣе или менѣе замѣтно зернистыя, несодержащія клѣточныхъ ядеръ клѣточки. По этимъ особенностямъ *Chroococcaceae* всегда могутъ быть отличаемы отъ нѣкоторыхъ весьма сходныхъ съ ними формъ *Protococcaceae* и въ особенности *Palmellaceae*, потому что эти послѣднія имѣютъ клѣточное ядро и обособленные отъ прочей клѣточной плазмы хроматофоры.—Клѣточки *Gloeocapsa polydermatica*, недавно происшедшія посредствомъ дѣленія, имѣютъ почти шаровидную форму (фиг. 81, С), Затѣмъ онѣ удлиняются и становятся эллипсоидальными. Позже онѣ обнаруживаютъ небольшую бисеквитообразную перетяжку (А) на своей срединѣ, послѣ чего въ этомъ мѣстѣ замѣчается нѣжная перегородка. Дочернія клѣточки вскорѣ округляются и отодвигаются одна отъ другой, вслѣдствіе разбуханія раздѣляющей ихъ стѣнки и послѣдующаго образованія слоя утолщенія. По мѣрѣ образованія внутри новыхъ студенистыхъ слоевъ, болѣе старые растягиваются и, наконецъ, разрываются и сбрасываются ⁹⁾. Такимъ образомъ большое число поколѣній представляется соединеннымъ посредствомъ студенистыхъ покрововъ въ общую фамилію клѣточекъ. Вслѣдствіе разрыванія внѣшнихъ покрововъ, распадается фамилія. Рѣже попадаютъ клѣточки одиночныя, и въ такомъ случаѣ окруженныя большимъ числомъ студенистыхъ оболочекъ (фиг. 81, А). Въ подобномъ случаѣ не произошло дѣленія, но утолщеніе стѣнки продолжалось.

Такимъ образомъ мы нашли, что клѣточное содержимое *Nostocaceae*, *Oscillariaceae* и *Chroococcaceae* отличается отъ такового-же у всѣхъ прочихъ до сихъ поръ разсмотрѣнныхъ нами растений. Въ то время какъ у этихъ послѣднихъ наблюдалось раздѣленіе протоплазмы на клѣточную плазму, клѣточное ядро и хроматофоры, здѣсь мы находимъ, что всѣ эти элементы тѣла клѣточки еще соединены въ одно вещество ¹⁰⁾. Благодаря окраскѣ, которая всегда отличается отъ чисто зеленой окраски всѣхъ до сихъ поръ разсмотрѣнныхъ нами растений, ихъ соединяютъ подъ общимъ именемъ *Phycoschromaceae* или *Synophyceae*. Низкая степень организаціи этихъ растений скрывается и въ отсутствіи у нихъ полового размноженія. Но всѣмъ имъ свойственно неполовое размноженіе по одному способу (рядомъ съ которымъ нерѣдко существуютъ и другіе способы неполового размноженія), именно, посредствомъ вегетативнаго дѣленія на-двое, вслѣдствіе чего эти организмы называли дробящимися водорослями, *Schizophyceae* ¹¹⁾. Новѣйшія изслѣдованія показали ¹²⁾, что нитевидныя *Schizophyceae* могутъ распадаться на шаровидныя, покрытыя студенистыми оболочками клѣточки, т. е. на глеокансовидныя, хроококкообразныя состоянія. Мы нашли подобное отношеніе и у зеленыхъ водорослей, и потому поставили вопросъ, можно-ли считать *Protococcus*

viridis самостоятельнымъ видомъ. Вопросъ этотъ, слѣдовательно, повторяется и относительно *Chroococcaceae*, которыя представляютъ, быть можетъ, только стадіи развитія нитевидныхъ дробящихся водорослей.

Примѣчаніе къ XX-му упражненію.

¹⁾ Справ. Pfitzer, in Hanstein's Bot. Abh. Bd. I, Heft. II, pag. 40 und Schenk's Handbuch d. Bot. Bd. II, pag. 410. Въ первомъ сочиненіи и литература.

²⁾ Miliarakis, die Verkieselung, Würzburg, 1884.

³⁾ Справ. по этому поводу именно Cienkowski, Bot. Ztg., 1876, Sp. 17 и Mém. biol. d. St.-Petersb., T. IX, p. 531.

⁴⁾ Rees, Alcoholgährungspilze, 1870.

⁵⁾ Schmitz, Stzber. d. niederrh. Gesell., 4 Aug. 1879, Sep.-Abdr., pag. 18.

⁶⁾ Brefeld, Bot. Unters. über Hefepilze, der Schimmelpilze V Heft, 1883, pag. 178.

⁷⁾ Справ. Thuret et Bornet, Notes algologiques, II, pag. 102.

⁸⁾ Engelmann, Bot. Ztg., 1879, Sp. 42.

⁹⁾ Schmitz, Stzber. d. niederrh. Gesell., 6 Dec. 1880, Sep.-Abdr., pag. 7.

¹⁰⁾ Schmitz, die Chromatophoren der Algen. pag. 9.

¹¹⁾ Справ. науп. Falkenberg in Schenk's Handbuch der Bot., Bd. II, pag. 304.

¹²⁾ Zopf, Bot. Centralbl. Bd. X, pag. 32; zur Morphologie d. Spaltpfl. 1882.

XXI. Упражнение.

Дробящиеся грибы. Употребленіе иммерсионныхъ системъ.

Разсмотримъ теперь еще нѣсколько формъ изъ группы мельчайшихъ организмовъ, бактерій ¹⁾, чтобы познакомиться съ существующими здѣсь форменными отношеніями. На первыхъ порахъ не станемъ заботиться о томъ, чтобы имѣть для изслѣдованія какой нибудь опредѣленный видъ, но предоставимъ это дѣло случаю. Варимъ нѣсколько зеленыхъ листьевъ, напр. листьевъ салата, и оставляемъ ихъ стоять открытыми при сравнительно высокой комнатной температурѣ. Въ другомъ сосудѣ обдаваемъ небольшимъ количествомъ воды горошину, пред-

варительно убитую опусканіемъ въ горячую воду. Въ тоже время раскладываемъ на часовыхъ или предметныхъ стеклахъ варенные кружки моркови, кольраби и картофеля и помѣщаемъ ихъ частію въ темныхъ, умѣренно влажныхъ мѣстахъ, частію подъ стеклянными колпаками. — На декоктѣ изъ листьевъ можетъ развиваться приблизительно черезъ два дня пленка, которую называютъ *Kalmhaut*. На кружкахъ различныхъ овощей замѣчаемъ появленіе маленькихъ, бѣловатыхъ, рѣже окрашенныхъ студенистыхъ массъ. — Если положимъ частицу такой студенистой массы въ каплю воды на предметномъ стеклѣ и изслѣдуемъ при возможно болѣе сильномъ увеличеніи, то найдемъ множество чрезвычайно мелкихъ, почти точкообразныхъ тѣлецъ, погруженныхъ въ студень. Эти тѣльца обнаруживаютъ четкообразное расположеніе; они попадаютъ также одиночно или парами, или-же соединенными въ большемъ количествѣ въ видѣ нитей. Мы имѣемъ дѣло съ заключенною въ студень коккообразною формою какой нибудь бактеріи. Если желаемъ обнаружить внѣшнюю границу студени, которая по своему лучепреломленію мало отличается отъ воды, то это легко можно сдѣлать при помощи китайской туши ²⁾. Тушь должна быть хорошаго сорта и ее надо тщательнo растереть въ водѣ. Каплю туши помѣщаютъ на предметную пластинку, а изслѣдуемую студень на покровное стеклышко, которое затѣмъ накладывается на каплю туши. Этимъ способомъ избѣгаемъ проникновенія частичекъ туши между студенью и покровнымъ стеклышкомъ. Теперь граница студени рѣзко отдѣляется отъ жидкости, наполненной частичками туши, которая не оказываетъ на препаратъ никакого вреднаго вліянія. Такія погруженные въ студень массы бактерій называютъ *Zoogloea*. Студень развивается изъ разбухающихъ оболочекъ бактерій. Эти оболочки состоятъ у вызывающихъ гніеніе бактерій, какъ предполагаютъ, изъ особаго бѣлковаго вещества — микопротеина, а у бактерій, не вызывающихъ гніенія, изъ целлюлеза. — Воспользуемся свойствомъ бактерій жадно поглощать извѣстныя анилиновые и азо-красящія вещества, чтобы ихъ окрасить. Для этого требуется прибавить къ препарату лишь небольшое количество метиль-віолета, генціана-віолета, метиленблау, фуксина, бисмаркбрауна, или везувина. Гематоксилинъ окрашиваетъ одновременно и студень, а потому мы употребляемъ его, чтобы обнаружить эту послѣднюю. Сперва будемъ употреблять генціана-віолетъ, который окрашиваетъ бактеріи чрезвычайно быстро и интенсивно. Мы видимъ въ такомъ случаѣ бактеріи очень ясно и можемъ себѣ составить понятіе и о способѣ ихъ размноженія, которое происходитъ очевидно посредствомъ повторяющагося дѣленія на-двое. Сообразно съ такимъ размноженіемъ, бактеріи получили, въ противоположность почвующимся дрожжевымъ грибкамъ, названіе «дробящихся гри-

бовъ (Spaltpilze).—Возможно также, что изслѣдуемая студень представить не форму кокковъ, но форму палочекъ (срав. фиг. 83, А, дальше въ текстѣ). Можно показать, что палочки состоятъ изъ короткихъ члениковъ, которые обнаруживаются особенно ясно, если къ препарату прибавить какого нибудь іоднаго раствора. Теперь членики представляются гораздо болѣе короткими, чѣмъ въ свѣжемъ состояніи, и замѣчаются и такія перегородки, которыхъ раньше было разсмотрѣть.

Нѣкоторыя бактеріи отличаются тѣмъ, что на стадіи, предшествующей развитію споръ, образуютъ внутри себя крахмалообразное вещество и отъ прибавленія раствора іода окрашиваются въ такомъ случаѣ въ синій или фіолетовый цвѣтъ или на всемъ своемъ протяженіи, или же за исключеніемъ нѣкоторыхъ поперечныхъ участковъ.

Пленка (Kahnhaut), образовавшаяся на декоктѣ изъ листьевъ (срав. дальше въ текстѣ фиг. 84, А), тоже представляетъ форму Zoogloea. Именно, и въ пленкѣ ряды клѣточекъ связаны студенью въ поверхностно развитую кожу. Она представляется пронизанною тонкими, волнисто изогнутыми, мѣстами параллельными нитями. Ихъ составъ изъ кокковъ или палочекъ становится особенно явственнымъ опять таки послѣ прибавленія раствора іода. Матеріалъ, взятый изъ подобной культуры, даетъ часто и подвижныя стадіи развитія. Почти навѣрное можно рассчитывать получить такія стадіи въ настоѣ гороха. Мы видимъ въ подобномъ случаѣ эти бактеріи какъ бы танпующими, онѣ движутся то впередъ, то назадъ, поспѣвая въ различныхъ направленіяхъ. Во многихъ случаяхъ удалось убѣдиться, что движеніе происходитъ при помощи тонкихъ рѣсницъ (фиг. 84, В), въ другихъ же случаяхъ ихъ не удалось открыть.

Если производится изслѣдованіе пленки такихъ листовыхъ декоктовъ, которые уже стояли нѣкоторое время, то можно найти палочки и нити, образующія споры (фиг. 84, С). Въ такомъ случаѣ содержимое палочекъ сосредоточивается въ одномъ или нѣсколькихъ мѣстахъ и образуетъ кругловатыя или эллипсоидальныя, сильно преломляющія свѣтъ образованія, которыя представляются въ видѣ болѣе темныхъ тѣлъ и представляютъ собою покоющіяся споры. Въ матеріалѣ изъ другихъ культуръ мы стольже часто будемъ находить палочки, которыя образуютъ только на одномъ своемъ концѣ по одной спорѣ и потому получаютъ видъ булавки или головастика. Такая форма свойственна напр. всеѣма распространеннымъ бактеріямъ маслянаго броженія (*Clostridium butyricum*).

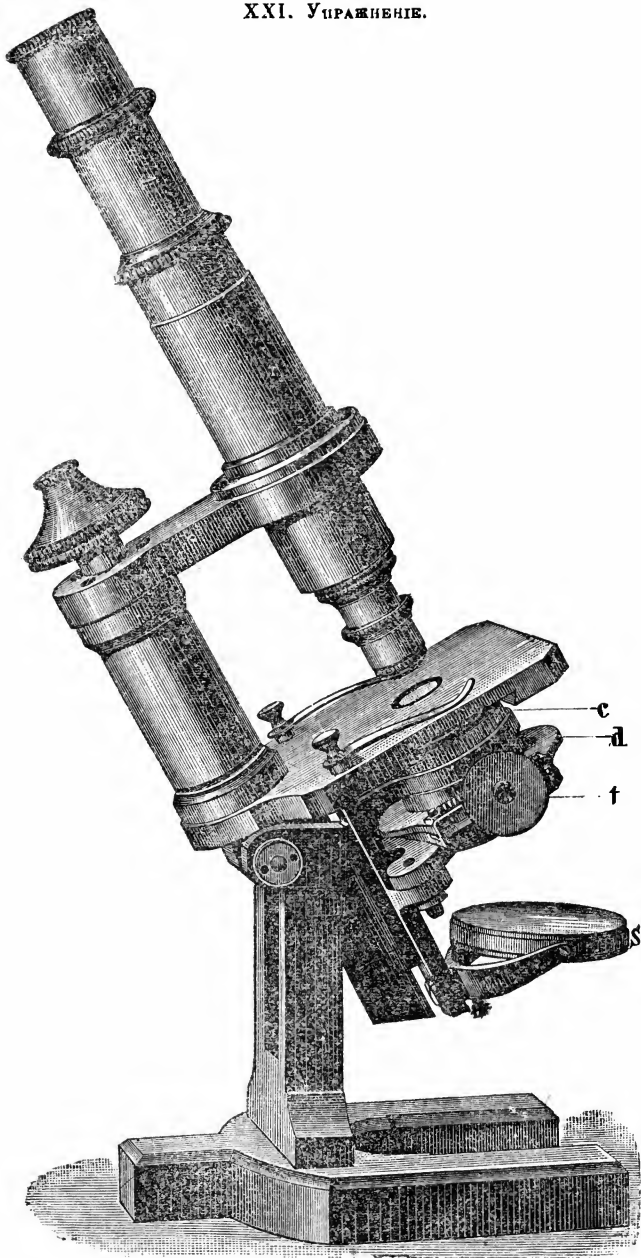
Такъ какъ бактеріи представляются наиболѣе мелкими изъ всѣхъ извѣстныхъ организмовъ, то для тщательнаго ихъ изслѣдованія требуются самые сильные и самые лучшіе объективы

и возможно благопріятное освѣщеніе. Особенно хороши для этой цѣли объективы для гомогенной иммерсіи, между тѣмъ какъ наилучшее освѣщеніе получается при помощи освѣтительнаго прибора Аббе. Однако, въ значительномъ большинствѣ случаевъ, можно довольствоваться объективами для водной иммерсіи. Объективы для водной иммерсіи, равно какъ и для гомогенной, можно примѣнить къ штативу, который мы употребляли до сихъ поръ; но нельзя этого сдѣлать съ освѣтительнымъ приборомъ Аббе. Этотъ послѣдній требуетъ, какъ уже было сказано во введеніи (стр. 5), одного изъ большихъ штативовъ.

Наблюдатель, работающій съ объективомъ для водной иммерсіи, долженъ пріобрѣсти покровныя стеклышки опредѣленной, указанной оптикомъ толщины (срав. стр. 4). Въ настоящее время — и объ этомъ было упомянуто на стр. 4 — изготовляютъ однако, болѣе простые освѣтительные приборы, для среднихъ и даже для малыхъ штативовъ.

Если объективъ снабженъ коррекціонною оправою, то вращеніемъ коррекціонной оправы, придѣланной къ верхней части объектива, устанавливають его относительно толщины покровнаго стеклышка, если эта толщина не превосходитъ возможныхъ границъ. Въ объективахъ Цейсса помѣчена разница въ установкѣ для каждой 0,01 *mm.*; подобное-же находимъ и въ соответственныхъ объективахъ другихъ оптиковъ. При употребленіи объектива, на его переднюю линзу помѣщаютъ маленькую каплю дистиллированной воды. Необходимо наблюдать, чтобы капля эта не высыхала во время наблюденія; но, находясь между покровнымъ стеклышкомъ и объективомъ, она впрочемъ на столько защищена отъ испаренія, что сохраняется большею частію въ теченіи нѣсколькихъ часовъ. При передвиженіи предметной пластинки, должно обращать вниманіе, чтобы иммерсионная капля не попала на край покровнаго стеклышка и не смѣшалась-бы съ жидкостію, въ которой производится изслѣдованіе. Если-бы это все таки случилось, то объективъ должно немедленно почистить, а жидкость, находящуюся на покровномъ стеклышкѣ, необходимо удалить. Если дѣлается установка иммерсионнаго объектива относительно предмета, покрытаго уже покровнымъ стеклышкомъ, толщина котораго намъ неизвѣстна, то коррекція производится во время самой установки. Коррекція произведена, когда изображеніе получаетъ наибольшую ясность.

Объективы для гомогенной иммерсіи не имѣютъ коррекціонной оправы и толщина покровныхъ стеклышекъ, въ извѣстныхъ предѣлахъ, для нихъ безразлична. Здѣсь на переднюю линзу объектива помѣщаютъ каплю иммерсионной жидкости, отпускаемой оптикомъ (масло кедроваго дерева или смѣсь укроп-



Фиг. 82. Штативъ Va Цейсса въ $\frac{1}{2}$ натур. величины, отклоняющійся, но безъ вращенія верхней его части; съ освѣтительнымъ приборомъ Аббе, *c*—конденсоръ, *d*—помѣщеніе для діафрагмъ, *t*—головка зубчатого колеса, *s*—двойное зеркало.

наго и рициннаго масла, или же іодъ-цинкъ-глицеринъ. Должно брать возможно малую каплю этой жидкости, такъ какъ она не испаряется и, слѣдовательно, во время наблюденія не нужно ее подбавлять. Какъ при водной иммерсіи, такъ и здѣсь необходимо наблюдать, чтобы капля иммерсіонной жидкости не попадала при передвиженіи предметной пластинки на край покровнаго стеклышка. Для вытиранія объектива должно употреблять очень чистую, много разъ мытую полотняную тряпочку. Для чистки покровныхъ стеклышекъ лучше всего употреблять тряпочку, смоченную хлороформомъ. — Такъ какъ объективы для гомогенной иммерсіи очень хорошо переносятъ перемѣну окуляровъ, то слѣдуетъ приобрести себѣ полную серію этихъ послѣднихъ.

Если наблюдатель имѣетъ въ своемъ распоряженіи одинъ изъ большихъ штативовъ, напр. Va Цейсса (фиг. 82) и освѣтительный приборъ Аббе, въ такомъ случаѣ пусть онъ принимается за него сразу. Чтобы прикрѣпить освѣтительный приборъ Аббе, отгибаютъ верхнюю часть этого микроскопа (еще спльнѣ, чѣмъ на фиг. 82), удаляютъ обыкновенное освѣтительное зеркало и въ ту же кулису вдвигаютъ на его мѣсто освѣтительный приборъ, состоящій изъ конденсора (с), помѣщенія для діафрагмъ (d) и двойнаго зеркала (s). Аппаратъ вдвигаютъ столько, чтобы верхняя поверхность конденсора приходилась только немного ниже верхней поверхности предметнаго столика (какъ это видно на фигурѣ). Затѣмъ аппаратъ укрѣпляютъ въ кулису посредствомъ винтика, который находится надъ зеркаломъ. Изъ двухъ зеркалъ аппарата употребляютъ вообще плоское. Вогнутое зеркало употребляютъ здѣсь только съ очень слабыми объективами, если плоское зеркало не освѣщаетъ равномерно всего поля зрѣнія. За исключеніемъ одного specialнаго случая при изслѣдованіи бактерій, о которомъ сейчасъ будетъ рѣчь, освѣтительный приборъ Аббе всегда употребляютъ съ діафрагмою. Самое узкое отверстіе, при которомъ еще достаточно свѣтло, есть во всѣхъ случаяхъ наилучшее. Для употребленія прилагаемыхъ къ инструменту черныхъ діафрагматическихкихъ кружковъ, повертываютъ помѣщеніе для діафрагмъ (d), находящееся подъ конденсоромъ, вправо, выдвигая его изъ подъ столика, вкладываютъ въ него діафрагматическій кружокъ и приводятъ его затѣмъ въ его прежнее положеніе. Головка зубчатого колеса (t) при помѣщенія для діафрагмъ служитъ для того, чтобы выводить діафрагмы изъ ихъ центральнаго положенія, послѣ чего ихъ можно поворачивать вокругъ оси микроскопа, такъ какъ пріемникъ для діафрагмъ вращается и въ своей оправѣ. Такимъ образомъ получаютъ косвенныя освѣщенія, къ которымъ, однако, прибѣгаютъ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ.

Употребленіе освѣтительнаго прибора Аббе такъ удобно и онъ представляетъ такіе преимущества, что его нельзя не ре-

комендовать всячески, особенно для болѣе трудныхъ изслѣдованій. Впрочемъ, имѣющему штативъ съ такимъ аппаратомъ, слѣдовало-бы употреблять его постоянно. Освѣтительный приборъ Аббе можетъ быть съ пользою употребляемъ также и при болѣе слабыхъ объективахъ и, посредствомъ перемѣны диафрагмъ и передвиженія ихъ, допускаетъ всевозможныя ослабленія и измѣненія освѣщенія.

Р. Винкель изготовляетъ освѣтительный приборъ Аббе съ видоизмѣненнымъ механическимъ устройствомъ ³⁾, которое позволяетъ вдвигать систему освѣтительныхъ линзъ и помѣщеніе для диафрагмъ съ боку, равно какъ и допускаетъ перемѣщеніе всего аппарата въ вертикальномъ направленіи. Болѣе простые освѣтительные приборы изготовляютъ Клёнке и Мёллеръ (Klönne und Möller), Зейбертъ, Р. Винкель, К. Рейхертъ и другіе оптики.

Чтобы работать съ сильными объективами въ пасмурную погоду и вообще, чтобы имѣть возможность микроскопировать по вечерамъ, съ пользою употребляютъ лампу съ большою горѣлкой, помѣщая между этой послѣдней и микроскопомъ возможно болѣе величины стеклянный шаръ, наполненный очень жидкимъ растворомъ амміачной окиси мѣди. Вечернее микроскопированіе не особенно утомляетъ глаза, если только позаботиться, чтобы комната была освѣщена столь-же ярко, какъ и поле зрѣнія микроскопа.

Въ новѣйшее время пробовали примѣнять въ качествѣ источника свѣта маленькія электрическія лампочки съ калильнымъ свѣтомъ. Онѣ нуждаются въ токъ, соотвѣтствующемъ приблизительно тремъ бунзеновскимъ элементамъ въ 20 см. вышины. Лучше и проще всего поставить надлежащимъ образомъ электрическую лампочку передъ микроскопомъ и помѣстить между нею и зеркаломъ микроскопа стеклянный шаръ (Schusterkugel), наполненный сильно разбавленнымъ растворомъ мѣдно-амміачной соли. Относительное богатство лучами съ короткими волнами, свойственное электрическому калильному свѣту, хотя и не въ такой степени, какъ свѣту дуги, дѣлаетъ этотъ свѣтъ весьма пригоднымъ для изученія мельчайшихъ подробностей строенія. Достаточно имѣть такую калильную лампочку (величина № 5), какія изготовляетъ напр. электрическій институтъ Р. Бленсдорфа (R. Blänsdorf) во Франкфуртѣ на М., Kaiserstrasse 30, по 4,50 м. (Кромѣ того, подставка къ лампочкѣ стоитъ 3 м.).

Какъ уже было упомянуто, для окрашиванія бактерій употребляютъ преимущественно метильіолетъ, генціанавіолетъ, метиленблау, фуксинъ, бисмаркбраунъ и везувинъ. Лучше всего употреблять красящія вещества въ видѣ водныхъ растворовъ, которые должны быть свѣжеприготовленными или, по крайней мѣрѣ, свѣжепрофильтрованными. Съ этою цѣлью держатъ въ

запасъ насыщенные алкогольные растворы этихъ красящихъ веществъ и прибавляютъ ихъ по каплямъ къ большому количеству дистиллированной воды. Только бисмаркбраунъ и везувинъ должно сохранять въ видѣ воднаго раствора, такъ какъ они измѣняются въ алкоголь; но за то ихъ необходимо передъ употребленіемъ всякій разъ фильтровать. Находящіеся въ жидкой средѣ бактеріи распределяютъ въ видѣ тонкаго слоя на поверхности покровнаго стеклышка и высушиваютъ ихъ при комнатной температурѣ. Если жидкость содержитъ бѣлковыя вещества или слизи, то ихъ нужно еще, послѣ окончательнаго высушиванія препарата, фиксировать, что достигается погруженіемъ покровнаго стеклышка на нѣсколько дней въ абсолютный алкоголь, или, еще проще, посредствомъ высокой температуры. Для этой послѣдней цѣли покровное стеклышко проводятъ довольно быстро нѣсколько разъ надъ пламенемъ газовой горѣлки или спиртовой лампы, причемъ поверхность, покрытая бактеріями, должна быть обращена вверхъ. Окрашиваніе производятъ такъ, что на предварительно приготовленномъ по указанному способу покровномъ стеклышкѣ, которое во всякомъ случаѣ должно быть сухимъ, распределяютъ каплю красящаго вещества и даютъ ему дѣйствовать на объектъ въ теченіи 5 или 10 минутъ. Или-же окрашиваніе производятъ въ чашкѣ, содержащей достаточное количество краски, на которой покровное стеклышко пускаютъ плавать въ теченіи 10—30 минутъ. Нагрѣваніе жидкости до 30—60° С. ускоряетъ эту операцію. Когда окрашиваніе произведено, покровное стеклышко обмываютъ дистиллированной водою, высушиваютъ его при комнатной температурѣ и наносятъ на него каплю терпентиннаго масла, кеядола или масла кедроваго дерева, и производятъ въ немъ изслѣдованіе. Если препаратъ желаютъ сохранить, то масло удаляютъ пропускною бумагою и заклеиваютъ его въ дамарлакъ или канадскомъ бальзамѣ, которые должны быть растворены въ терпентинѣ, но не въ хлороформѣ. — Если препаратъ впоследствии имѣетъ быть изслѣдованъ посредствомъ гомогенной иммерсіи, въ такомъ случаѣ нужно обращать вниманіе, чтобы дамарлакъ или канадскій бальзамъ не выступали на покровное стеклышко, такъ какъ они растворимы въ иммерсіонныхъ маслахъ и покровное стеклышко поэтому загрязнится. Въ случаѣ если это уже произошло, то поправить дѣло можно такимъ образомъ, что край покровнаго стеклышка, когда дамарлакъ или канадскій бальзамъ уже совершенно высохли, покрываютъ рамкою маскенлака (Maskenlack) или Gold-Size. Для этой цѣли употребляютъ тонкую кисточку и стараются, чтобы маскенлакъ не захватывалъ края покровнаго стеклышка больше, чѣмъ это необходимо.

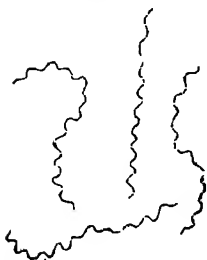
Впрочемъ, въ качествѣ иммерсіонной жидкости можно также употреблять концентрированный растворъ чистаго, сухаго іодис-

таго цинка въ чистомъ глицеринѣ, который, послѣ фильтрованія, если нужно, выпариваютъ еще на водяной банѣ до показателя лучепреломленія 1,518 (для линіи *D* спектра). Жидкость эта не дѣйствуетъ на смоляную заклею и, кромѣ того, представляетъ еще то преимущество, что легко смывается водою съ покровнаго стеклышка ⁴⁾). Препараты, окрашенные бисмаркбрауномъ или везувиномъ, сохраняютъ свою окраску и въ глицеринѣ, и потому могутъ быть въ немъ сохраняемы. Въ подобномъ случаѣ мы заклеиваемъ край покровнаго стеклышка канадскимъ бальзамомъ, раствореннымъ въ хлороформѣ. Черезъ нѣсколько дней или недѣль, смотря потому, какъ намъ удобнѣе, наносимъ поверхъ канадскаго бальзама еще слой маскентъ-лака или Gold-Size; не ради предохраненія отъ дѣйствія иммерсионныхъ маселъ, но потому, что подобную заклею можно вообще рекомендовать, какъ весьма прочную.

Если для изслѣдованія у насъ имѣется болѣе крупная форма бактерій, то можно, при помощи самыхъ сильныхъ объективовъ и наиболѣе удачныхъ окрасокъ, ориентироваться и относительно содержаемаго клѣточекъ. Оно представляется въ видѣ гомогенной плазмы, въ которой заключены болѣе мелкія или болѣе крупныя зернышки, состоящія вѣроятно изъ жира.—Клѣточныхъ ядеръ нельзя открыть даже въ самыхъ крупныхъ формахъ.—Окрашеннымъ живое тѣло бактерій является только въ рѣдкихъ случаяхъ.

Воспользуемся пріобрѣтенною опытностію, чтобы отыскать одинъ въ высшей степени мелкій коккообразный видъ, именно *Micrococcus Vassinae* Cohn, шаровидныя бактеріи оспенной лимфы ⁵⁾). Если положимъ немного свѣжей оспенной лимфы на покровное стеклышко, дадимъ ей засохнуть и окрасимъ затѣмъ генціанавіолетомъ, то можно будетъ различить мелкіе, круглые, темно-окрашенные, даже и при сильномъ увеличеніи точкообразныя кокки. Свѣжая лимфа, которая помѣщена подъ покровнымъ стеклышкомъ и защищена отъ испаренія, оставленная на нѣсколько часовъ въ высокой комнатной температурѣ, или еще лучше, въ нагревательномъ шкафикѣ, при температурѣ въ 36° C., обнаруживаетъ короткія или болѣе длинныя четкообразныя нити, или-же, по прошествіи болѣе продолжительнаго времени, цѣлыя скопленія кокковъ. Такія скопленія можно сразу видѣть въ лимфѣ, которая сохранялась въ капиллярныхъ стеклянныхъ трубочкахъ и въ которыхъ они замѣчаются въ видѣ мелкихъ хлопьевъ даже невооруженнымъ глазомъ. Это тѣ самыя кокки, которые вводятся прививкою въ тѣло человѣка, здѣсь размножаются, вызываютъ такъ называемую коровью оспу и, по неизвѣстнымъ причинамъ, дѣлаютъ тѣло невоспримчивымъ (*immun*) къ людской оспѣ.

Если у насъ имѣются гнѣющія въ водѣ водоросли, лучше всего спирогиры и вошеріи, то изслѣдуемъ эту жидкость и весьма вѣроятно, что найдемъ въ ней подвижныя, чрезвычайно тонкія спирали (фиг. 83). Эти штопорообразно закрученныя, сгибающіяся нити быстро плаваютъ въ водѣ. Онѣ вращаются вокругъ своей оси и, въ тоже время, изгибаются то въ одну, то въ другую сторону. Нѣкоторыя вдругъ останавливаются, а затѣмъ поспѣшаютъ дальше. Найденныя при подобныхъ обстоятельствахъ спирали принадлежатъ, по всей вѣроятности, къ



Фиг. 83. *Spirochaete plicatilis*, частью позанилиновымъ препаратомъ; обнаруживаетъ членистость. Увел. 540.

Spirochaete plicatilis, къ болотной спирохетѣ. Если засушить эти спирохеты и затѣмъ окрасить ихъ, то видно, что онѣ не одноклѣтны, но состоятъ изъ ряда члениковъ, которые, смотря по обстоятельствамъ, могутъ быть длиннѣе или короче.

На тѣхъ-же гнѣющихъ водоросляхъ или вообще на частяхъ гнѣющихъ водныхъ растений, или-же на другихъ соответственныхъ субстратахъ часто попадаются приросшія тонкія нити *Beggiatoa alba* (Vauch.)⁶). Эти бактеріи особенно распространены въ водѣ, содержащей отбросы фабрикъ и въ сѣрныхъ источникахъ. Въ такихъ мѣстахъ онѣ нерѣдко покрываютъ дно въ видѣ грязно-бѣлаго покрова. Онѣ принадлежатъ къ наиболѣе крупнымъ бактеріямъ и могутъ быть различаемы даже при сравнительно слабыхъ увеличеніяхъ. Нити имѣютъ измѣняющую толщину (отъ 0,001—0,005 *mm.*). Онѣ приросшія или свободныя, но свободныя представляютъ собою только части приросшихъ. Раздѣленіе нитей на членики болѣе или менѣе явственное; содержимое клѣточекъ большею частію отличается присутствіемъ значительнаго числа сильно преломляющихъ свѣтъ зернышекъ. Если высушить препаратъ и подѣйствовать на него сѣрнистымъ углеродомъ, то зернышки растворяются; они состоятъ изъ сѣры. Въ очень богатыхъ содержаніемъ сѣры нитяхъ членистость весьма неясвенна и обнаруживается только послѣ окрашиванія анилиновою краскою или послѣ нагреванія въ глицеринѣ или въ сѣрнокисломъ натрѣ. Глицеринъ растворяетъ зернышки отчасти, сѣрнокислый натръ растворяетъ ихъ вполне. Повторяющимся въ поперечномъ направленіи дѣленіемъ нити могутъ распадаться на кокки и было наблюдаемо, что въ болѣе толстыхъ нитяхъ за поперечными дѣленіями могутъ слѣдовать и продольныя дѣленія, т. е. дѣленіе клѣточекъ на квадранты. У *Beggiatoa* были также наблюдаемы и подвижныя стадіи развитія, въ видѣ кокковъ, палочекъ и спиралей. Прикрѣпленные нити въ верхнихъ своихъ частяхъ могутъ быть спирально закручены. Какъ пря-

мые, такъ и спиральныя фрагменты нитей могутъ изгибаться и ползати. — *Beggiatoa* разлагають сѣрные соединенія обитаемыхъ ими водъ и обусловливають тѣмъ самымъ болѣе или менѣе значительное выдѣленіе сероводорода.

Разсмотримъ еще одинъ объектъ, являющійся въ видѣ кокковъ, палочекъ и спиралей и встрѣчающійся также и въ формѣ нитей. Для этой цѣли послужить намъ бѣлое отложеніе на зубахъ. Если рассмотреть это отложеніе при возможно сильномъ увеличеніи, положивъ небольшое количество его въ воду, то замѣтимъ длинныя, свиду нечленистыя нити, палочки различной длины, винтообразныя спирохеты и мелкіе, скученные кокки. Въ новѣйшее время было однако доказано,⁷⁾ что всѣ эти формы представляютъ стадіи развитія одного и того-же дробящагося грибка — *Leptothrix buccalis* Robin. Онъ живетъ въ качествѣ сапрофита на слизистой оболочкѣ и въ отложеніи на зубахъ, но, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, можетъ сдѣлаться и паразитомъ, проникаетъ въ ткань зубовъ и производитъ ихъ каріозность. — Если препараты обработать растворомъ іода, то нити оказываются состоящими изъ болѣе или менѣе короткихъ палочекъ. Скученные кокки явственна обнаруживаютъ отдѣльные элементы. Кокки эти встрѣчаются постоянно, хотя и сомнительно, всегда-ли они относятся къ *Leptothrix*.

Исслѣдованія послѣдняго времени вообще показали, что роды и виды⁸⁾ *Micrococcus*, *Bacterium*, *Bacillus*, *Vibrio*, *Spirillum*, *Spirochaete* и т. д., которые были прежде различаемы на основаніи ихъ внѣшней формы, могутъ принадлежать къ циклу развитія одного и того же вида⁹⁾. Поэтому, эти названія употребляютъ теперь только для обозначенія данной фазы развитія и называютъ кокками—шаровидныя или эллипсоидальныя образованія; палочками, нитями и спиралями — имѣющихъ соотвѣтственную форму. Короткія палочки отличаютъ подъ именемъ бактерій отъ длинныхъ палочекъ, называемыхъ бациллами; простыя нити, подъ именемъ *Leptothrix*, отъ вѣтвистыхъ — *Cladothrix*; спиральныя, съ сравнительно значительнымъ діаметромъ спиральныхъ оборотовъ и болѣею толщиною нитей называются спиралями или, если онѣ содержатъ зернышки сѣры, оксидомонадами; спиральныя формы съ вытянутыми оборотами—вибріонами; спиральныя формы очень тонкія, незначительнаго діаметра и съ оборотами небольшой высоты—спирохетами; лентовидныя, заостренныя формы — спиромонадами; изгибающіяся спиральныя формы, которыхъ оба конца завертываются, спорулинами¹⁰⁾.

Мы уже видѣли при разсматриваніи дробящихся водородослей, что и эти послѣднія отличаются подобнымъ же богатствомъ формъ на различныхъ фазахъ своего развитія, и срав-

неніе бактерій съ этими дробящимися водорослями приводитъ насъ къ заключенію о близкомъ сходствѣ тѣхъ и другихъ организмовъ. Мы видѣли и у водорослей форму кокковъ, палочекъ, нитей и спиралей. Явленія движенія мы у нихъ тоже наблюдали, да и по выносливости относительно высокихъ температуръ дробящіеся водоросли приближаются къ дробящимся грибамъ. Первые растенія, появляющіяся въ горячихъ источникахъ — дробящіеся водоросли; правда, онѣ переносятъ не столь высокія температуры, какъ напр. споры бактерій сѣна, способность проростанія которыхъ отъ непродолжительнаго кипяченія повидимому еще даже усиливается. И въ отношеніи строенія тѣла дробящіеся водоросли сходны съ дробящимися грибами, потому что обѣ группы не имѣютъ клѣточныхъ ядеръ и опредѣленной формы хроматофоровъ. Къ этому должно еще прибавить способъ вегетативнаго размноженія, по которому обѣимъ группамъ дано ихъ названіе. Все это заставляетъ насъ считать дробящіеся грибы за такія дробящіеся водоросли, которыя безцвѣтны или вообще лишены красящаго вещества, дающаго возможность ассимилировать углеродъ и которыя, вмѣстѣ съ другими дробящимися водорослями, составляютъ классъ дробящихся растеній, Schizophyta.

Найденный въ мокротѣ чахоточныхъ и признанный въ новѣйшее время за причину ¹¹⁾ туберкулёза, *Bacillus tuberculosis* всегда неподвиженъ, очень малъ, на обоихъ концахъ приостряется, иногда содержитъ 4 до 6 зернышекъ, которыя считаютъ спорами. Этотъ *Bacillus* отличается при окраскѣ особеннымъ свойствомъ, которое даетъ возможность отличать его отъ другихъ *Bacillus'овъ*. На покровномъ стеклышкѣ распределяютъ изслѣдуемое вещество въ видѣ возможно болѣе тонкаго слоя и даютъ ему высохнуть при комнатной температурѣ. Затѣмъ фиксируютъ имѣющееся въ препаратѣ бѣловое вещество, проводя покровное стеклышко, обращенное препаратомъ къверху, три или четыре раза надъ пламенемъ спиртовой лампы или газовой горѣлки. Послѣ этого насыщаютъ фениламиномъ или анилиномъ (его называютъ также анилиновымъ масломъ) нѣкоторое количество воды, взбалтывая послѣднюю съ избыткомъ этого вещества. Жидкость профильтровываютъ черезъ смоченную предварительно бумагу и прибавляютъ къ 100 сс. этой жидкости, по каплямъ, 11 сс. насыщеннаго раствора фуксина или метиль-віолета и 10 сс. абсолютнаго алкоголя. Въ такомъ видѣ растворъ краски сохраняется въ хорошо закупоренной склянкѣ не менѣе 10 дней, и передъ употребленіемъ нѣтъ надобности фильтровать его каждый разъ. Покровное стеклышко оставляютъ плавать на этой жидкости въ теченіе полудня. Окрашиваніе происходитъ быстро, если растворъ нагрѣть до образованія пузырьковъ. Въ подобномъ случаѣ окрашиваніе должно продолжаться только 10 минутъ.

Послѣ этого покрывное стеклышко кладутъ не болѣе какъ на полъ минуты въ растворъ 1 части азотной кислоты въ 3 или 4 частяхъ дистиллированной воды и затѣмъ на нѣсколько минутъ въ 60% алкоголь. Такимъ образомъ весь препаратъ обезцвѣчивается, за исключеніемъ туберкулезныхъ бациллъ, если таковыя въ немъ имѣются. Послѣ этого препаратъ подвергаютъ изслѣдованію въ водѣ, или-же обмываютъ его водою, высушиваютъ и заклеиваютъ потомъ въ канадскомъ балзамѣ. Матеріалъ для разрѣзовъ долженъ предварительно хорошо затвердѣть въ алкоголь или же, если затвердѣваніе произведено какънибудь иначе, то долженъ пролежать достаточно долго въ алкоголь. Затѣмъ разрѣзы окрашиваютъ описаннымъ только что способомъ. Они должны оставаться въ красящей жидкости не менѣе 12 часовъ. Послѣ пребыванія въ 60% алкоголь, ихъ помѣщаютъ на нѣсколько минутъ въ разбавленный водный растворъ везувина или метиленбляу. Затѣмъ ихъ еще разъ промываютъ въ 60% алкоголь, обезвоживаютъ въ абсолютномъ алкогольѣ и помѣщаютъ въ кедровое масло, которое не извлекаетъ анилиновыхъ красокъ и въ которомъ производится изслѣдованіе препаратовъ. Чтобы сохранить препараты, ихъ заклеиваютъ послѣ этого въ канадскомъ балзамѣ, разжиженномъ посредствомъ терпентиннаго масла ¹²⁾. Окрашенные такимъ образомъ бациллы туберкулеза могутъ быть различаемы уже при увеличеніи въ 300 разъ. *Bacillus tuberculosis* окрашивается весьма интенсивно по слѣдующему способу: въ 100 г. воднаго 5% раствора карболовой кислоты растворяютъ 1 г. фуксина, затѣмъ прибавляютъ 10 г. алкоголя и фильтруютъ. Жидкость хорошо сохраняется. При употребленія жидкости, ее слѣдуетъ нагревать ¹³⁾.

Двойное окрашиваніе было примѣняемо и для другихъ бактерій, находимыхъ въ жидкостяхъ. По одному изъ этихъ методовъ ¹⁴⁾ жидкость распределяется и высушивается на покрывномъ стеклышкѣ, фиксируется парами осмиевой кислоты или 0,5% растворомъ хромовой кислоты. Затѣмъ препаратъ промываютъ дистиллированной водою и окрашиваютъ обыкновенно въ теченіи $\frac{1}{2}$ —1 часа 0,001% растворомъ зеленого анилина (*Anilingerün*). Послѣ этого препаратъ снова промываютъ въ теченіи 24—40 минутъ слабо подкисленною водою, чтобы обезцвѣтить элементы ткани. Послѣ вторичнаго промыванія въ дистиллированной водѣ, на препаратъ дѣйствуютъ нѣсколько минутъ слабымъ растворомъ пикрокармина. Промываютъ еще разъ въ водѣ, обезвоживаютъ препаратъ абс. алкоголемъ или просто высушиваніемъ, просвѣтляютъ, если нужно, гвоздичнымъ масломъ и заклеиваютъ въ канадскомъ балзамѣ.

Для изслѣдованія бактерій, находящихся внутри тканей, полезно сдѣлать послѣднія твердыми, помѣщая ихъ на одинъ или два дня въ абсолютный или по крайней мѣрѣ 90—95° алко-

голь. Для окрашиванія бактерій и въ этомъ случаѣ употребляютъ уже извѣстныя намъ красящія вещества. Въ препаратахъ, окрашенныхъ генціана- или метильвиолетомъ, ткани вполне обезцвѣчиваются посредствомъ крепкаго алкоголя, содержащаго слѣды йодаго кали, между тѣмъ какъ бактеріи сохраняютъ свою окраску. Подобный же эффектъ получается при погруженіи препаратовъ не больше какъ на полъ минуты въ пикриновую кислоту, причемъ ткань принимаетъ въ то-же время желтый цвѣтъ. Послѣ обезцвѣчиванія ткани посредствомъ алкоголя, ее снова окрашиваютъ посредствомъ іодной зелени (Iodgrün), метиловой зелени (Methylgrün) и другихъ, не впитываемыхъ бактеріями красящихъ веществъ ¹⁵⁾. — Хорошая двойная окраска достигается также посредствомъ генціанавіолета и пикрокармина ¹⁶⁾. — Но наилучшіе результаты при окрашиваніи бактерій, находящихся внутри тканей, даетъ въ большинствѣ случаевъ растворъ генціанавіолета въ анилиновой водѣ и растворъ іода въ іодистомъ кали ¹⁷⁾. Анилиновую воду готовятъ по способу, указанному на стр. 214 и растворяютъ въ ней сухой генціанавіолетъ до насыщенія или прибавляютъ къ ней насыщеннаго алкогольнаго раствора генціанавіолета (5 частей этого послѣдняго на 100 частей анилиновой воды). Передъ употребленіемъ всегда фильтруютъ. Растворъ можетъ сохраняться въ теченіи цѣлыхъ мѣсяцевъ. Разрѣзы переносятъ на нѣсколько минутъ изъ абсолютнаго алкоголя въ растворъ краски, послѣ кладутъ ихъ на 1—3 минуты въ жидкій растворъ іода въ іодистомъ кали (1 часть іода, 2 части іодистаго кали на 300 частей воды), затѣмъ перекалываютъ въ абсолютный алкоголь. Здѣсь разрѣзы должны обезцвѣтиться. Ихъ просвѣтляютъ затѣмъ въ гвоздичномъ маслѣ и заклеиваютъ въ канадскомъ бальзамѣ, который растворенъ въ ксилолѣ. Теперь ткани представляются обезцвѣченными, а бактеріи окрашенными въ темносиній цвѣтъ. Нѣкоторыя бактеріи (напр. бациллы тифа, въ нѣкоторыхъ случаяхъ и кокки пневмоніи) обезцвѣчиваются при подобной обработкѣ и отличаются этимъ отъ большей части другихъ бациллъ. Весьма кратковременное пребываніе въ слабомъ растворѣ везувина, передъ перенесеніемъ въ гвоздичное масло, даетъ прекрасную двойную окраску, такъ какъ ткани окрашиваются въ такомъ случаѣ въ буроватый цвѣтъ. — Поучительныя окрашиванія получаютъ также при окрашиваніи шафраниномъ разрѣзовъ, затвердѣвшихъ въ алкоголь или хромовой кислотѣ ¹⁸⁾. Смѣшиваютъ равныя части концентрированнаго воднаго и концентрированнаго алкогольнаго раствора шафранина, помѣщаютъ разрѣзы на полчаса въ эту смѣсь, промываютъ ихъ затѣмъ немного водою и нѣсколько минутъ абсолютнымъ алкоголемъ, переносятъ въ терпентинное масло и заклеиваютъ въ канадскомъ бальзамѣ.

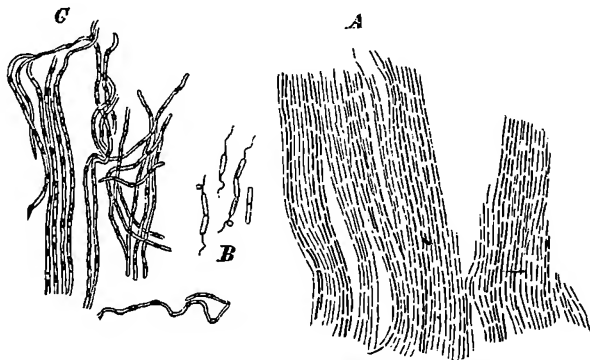
Для отыскиванія бактерій въ тканяхъ послѣ предвари-

тельного окрашиванія, съ большою пользою можно примѣнять освѣтительный приборъ Аббе и притомъ совершенно опредѣленнымъ образомъ¹⁹⁾. Послѣ установки препарата совершенно удаляютъ діафрагму, такъ чтобы можно было пользоваться цѣлымъ заполняющимъ отверстіе объектива конусомъ освѣщенія. При этомъ исчезаютъ изображенія всѣхъ неокрашенныхъ частей, обнаруживающихся только вслѣдствіе различій въ лучепреломленіи, между тѣмъ какъ окрашенные, поглощающіе свѣтъ тѣла продолжаютъ быть видимыми. Это называется изолированіемъ окрашеннаго изображенія. Подобные-же эффекты получаются и посредствомъ меньшихъ освѣтительныхъ приборовъ.

Познакомившись такимъ образомъ съ различными формами развитія и различными методами изслѣдованія, рассмотримъ теперь и методъ культуръ, употребляемый при разведеніи бактерій; разведемъ себѣ опредѣленную форму бактерій и прослѣдимъ полную исторію ея развитія. Для этой цѣли нальемъ сухое сѣно²⁰⁾ возможно малымъ количествомъ воды и оставимъ настой на четыре часа въ нагрѣвательномъ шкафикѣ при постоянной температурѣ въ 36° С. Затѣмъ сольемъ экстрактъ, не фильтруя, и если-бы онъ былъ слишкомъ густъ, разбавимъ его, для большей точности, до удѣльнаго вѣса въ 1,004. Теперь вливаемъ жидкость въ колбу, вмѣщающую болѣе 500 *сст.* Колбу затыкаютъ ватною пробкою и кипятятъ жидкость въ теченіи часа такъ, чтобы пары развивались слабо; послѣ чего оставляемъ ее стоять въ температурѣ въ 36° С. По прошествіи одного или полутора дня на поверхности жидкости образуется нѣжная сѣрая пленка, которая состоитъ изъ зооглеи *Bacillus subtilis*, сѣннаго грибка или сѣнной бактеріи. Мы воспользовались свойствомъ споръ этой бактеріи переносить въ теченіи довольно продолжительнаго времени даже температуру кипѣнія, чтобы получить чистую культуру. Бактеріи, какъ уже было упомянуто, отличаются своею способностію противустоять дѣйствию высокихъ температуръ, но сѣнная бактерія превосходитъ въ этомъ отношеніи всѣ прочія. — Теперь переносимъ на предметную пластинку немного полученной пленки съ соотвѣстственнымъ количествомъ жидкости и рассматриваемъ ее при самомъ сильномъ изъ имѣющихся въ нашемъ распоряженіи увеличеній. Мы находимъ, что пленка состоитъ изъ длинныхъ, членистыхъ, волнистыхъ, параллельно относительно другъ друга расположенныхъ нитей. Большею частію нити сохраняютъ свое положеніе, потому что ихъ сдерживаетъ незамѣтная студень (фиг. 84, А). Нити состоятъ изъ цилиндрическихъ палочекъ, имѣющихъ различную длину, но длина которыхъ обыкновенно въ два или три раза больше ширины. Вещество палочекъ представляется гомогеннымъ, весьма сильно преломляющимъ свѣтъ, безцвѣтнымъ. Другихъ чертъ строенія нельзя обнаружить даже съ самыми

сильными увеличеніями. Хлор-цинк-іодъ окрашиваетъ палочки во всей ихъ массѣ въ желтобурый цвѣтъ и дѣлаетъ ихъ весьма явственными. Изображенія лучше, чѣмъ получаемыя при помощи другихъ іодныхъ растворовъ. При этомъ членики нити представляются вообще болѣе короткими, нежели въ свѣжемъ состояніи, потому что теперь становятся замѣтными всѣ границы. Чтобы полоски обнаруживались рѣзче, можно ихъ окрасить по извѣстнымъ намъ методамъ фуксиномъ, метильюлетомъ, генцианавіолетомъ или везувиномъ и сохранить въ канадскомъ бальзамѣ или въ дамарлакѣ. Для фиксированія и окрашиванія препаратовъ можно съ удобствомъ употребить и пикрино-нигрозинъ.

Если сдѣлаемъ установку отдѣльныхъ частей перенесенной пленки при увеличеніи приблизительно въ 1000 разъ, то дѣленіе палочекъ можно будетъ видѣть непосредственно ²¹⁾. Лучше



Фиг. 84. *Bacillus subtilis*. А пленка; В подвижныя палочки; С образованіе споръ. А увеличено въ 500, С въ 800 и В въ 1000 разъ.

всего срисовывать соответственные участки нити черезъ небольшіе промежутки времени и провѣрять происшедшія измѣненія по рисункамъ. Если жидкость содержитъ еще достаточное количество питательныхъ веществъ, то палочки дѣлятся черезъ каждыя полъ или полтора часа. Чѣмъ выше температура комнаты, тѣмъ быстрее происходятъ дѣленія. Палочки вырастаютъ въ длину, не дѣлаясь при этомъ тоньше; но когда онѣ достигли опредѣленной величины, въ ихъ срединѣ появляется темная перегородка. Такой способъ дѣленія объясняетъ расположеніе палочекъ и нитей; онъ объясняетъ также и волнистость нитей, которыя растутъ во всѣхъ своихъ частяхъ интеркалярно и, встрѣчая препятствіе при своемъ удлинении, должны изгибаться. Вслѣдствіе этой причины и вся пленка обнаруживаетъ въ концѣ-концовъ замѣтныя и для невооруженнаго глаза складки.—Пере:

несемъ теперь небольшой кусочекъ пленки во влажную камеру, чтобы наблюдать ее въ висящей каплѣ. Воспользуемся при этомъ самой простой влажной камерой, именно — картонною рамкою. Изъ картона средней толщины вырѣзываютъ рамку, внутреннее отверстіе которой нѣсколько меньше величины покровнаго стеклышка, а внѣшнія очертанія не превосходили-бы ширины предметнаго стеклышка. Эту рамку кладутъ въ воду, чтобы она вполне пропиталась, и затѣмъ помѣщаютъ на предметной пластинкѣ. Тогда на покровное стеклышко наносятъ плоскую каплю питательной жидкости, въ которой помѣщаютъ изслѣдуемый предметъ. Покровное стеклышко быстро переворачиваютъ и кладутъ на рамку, каплю въ низъ. Если наблюдение продолжается долго, то на рамку отъ поры до времени пускаютъ каплю воды, чтобы она не высохла. Когда наблюдение прерывается, препаратъ можно помѣстить въ большую влажную камеру, чтобы предохранить его отъ испаренія. Если въ препаратѣ нужно опять отыскать какое нибудь мѣсто, если предметное стекло должно быть поэтсму приведено снова въ прежнее положеніе, то лучше всего очертить его на предметномъ столикѣ посредствомъ остро очиненнаго карандаша. — Еще лучше какъ въ этомъ, такъ и въ другихъ подобныхъ случаяхъ начертить на предметномъ столикѣ посредствомъ остраго инструмента крестикъ, какъ по лѣвую, такъ и по правую сторону центрального отверстія. Когда затѣмъ предметная пластинка занимаетъ желательное положеніе, на ней дѣлаютъ такіе же крестики посредствомъ описаннаго раньше, хорошо заостреннаго цвѣтнаго карандаша. Въ такомъ случаѣ помѣченную такимъ образомъ предметную пластинку не трудно снова привести въ желательное положеніе. Когда питательныя вещества капли истощились, тогда вегетативное дѣленіе на-двое приостанавливается и начинается образованіе споръ. Въ подобномъ случаѣ, по прошествіи шести или восьми часовъ, въ нитяхъ появляются на довольно неравныхъ другъ отъ друга разстояніяхъ сильно преломляющія свѣтъ споры (фиг. 84, С). Въ прочихъ своихъ частяхъ нити кажутся опорожненными, только безцвѣтныя оболочки соединяють споры. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ препарата на-вѣрное можно отыскать еще развивающіяся споры. Онѣ представляются въ видѣ скопленій сильнѣе преломляющаго свѣтъ вещества въ каждой палочкѣ, и именно по срединѣ ихъ. Скопленіе все увеличивается, между тѣмъ какъ палочка опорожняется и заканчивается развитіе споры. Если культуру оставить еще на нѣсколько часовъ, то оболочки палочекъ становятся неясными, а по прошествіи одного дня, споры оказываются свободными, опустившимися на дно капли. Въ отличіе отъ палочекъ, споры вовсе не окрашиваются посредствомъ генціана-виолета, равно какъ и посредствомъ другихъ

красящихъ веществъ, которыя мы употребляли, за исключеніемъ только что указаннаго на стр. 215 карболо-фуксина-алкогольнаго раствора; послѣдній, будучи нагрѣтъ, окрашиваетъ споры весьма сильно. — Споры проростаютъ очень легко, если ихъ перенести въ свѣжую питательную жидкость; медленно при комнатной температурѣ, скорѣе при температурѣ въ 36° С. Лучше всего поварить ихъ минутъ пять, а затѣмъ медленно охладить. Въ такомъ случаѣ проростаніе споръ можно наблюдать уже черезъ два или три часа ²²). Оболочка споры открывается съ одной стороны, ростокъ начинаетъ выступать съ этой стороны и постепенно удлиняется въ палочку. Задній конецъ палочки остается въ оболочкѣ споры. До перваго дѣленія палочки проходитъ около двѣнадцати часовъ. Препараты, сдѣланные въ этотъ промежутокъ времени, представляютъ всѣ стадіи проростанія. Въ большинствѣ случаевъ выросшія палочки начинаютъ двигаться, переходятъ въ подвижную стадію развитія. Такая подвижная палочка несетъ еще на своемъ концѣ оболочку споры. Число подвижныхъ формъ становится, вслѣдствіе повторяющагося дѣленія, все больше и онѣ наполняютъ передъ образованіемъ пленки всю каплю. Только теперь подвижныя формы собираются на поверхности жидкости, приходятъ здѣсь въ состояніе покоя и образуютъ пленку. Подвижныя формы имѣютъ различную длину и состоятъ изъ соотвѣтственно большаго числа члениковъ (фиг. 84, В). Движеніе ихъ — змѣеобразно-пляшущее. Содержащую бродящую жидкость высушиваемъ и окрашиваемъ подвижныя формы по указанному на стр. 210 способу ²³). Подвижныя формы имѣютъ на каждомъ концѣ по одной рѣсницѣ, присутствіе которыхъ обнаруживается довольно трудно ²⁴).

Культура бактерій производится обыкновенно въ колбочкахъ, реактивныхъ цилиндрикахъ (эпруветахъ), или въ такъ называемыхъ *Softgläschen* ²⁵). Нѣкоторыя культуры производятъ на предметныхъ пластинкахъ. Предметныя пластинки, сосуды и всѣ вообще употребляемая принадлежности необходимо стерилизовать. Этого достигаютъ, быстро проводя ихъ чрезъ пламя спиртовой лампы или газовой горѣлки, или кладутъ ихъ передъ опытомъ въ абсолютный алкоголь, который быстро испаряется, когда они вынуты изъ него, или же обмываютъ ихъ 1% растворомъ сулемы, а затѣмъ алкоголемъ. — Предназначенные для культуръ питательные растворы кипятятъ въ сосудахъ, заткнутыхъ ватною пробкою. Вообще можно совѣтовать подвергать питательные растворы въ теченіи нѣсколькихъ дней сряду ежедневно непродолжительному кипяченію. Такимъ образомъ умерщвляются развившіяся въ промежуткахъ между кипяченіемъ бактеріи, которыя переносятъ высокія температуры гораздо хуже,

чѣмъ ихъ споры. Можно предполагать, что черезъ пять дней всѣ зародыши разрушены, но, для большей увѣренности, прежде чѣмъ приступить къ посѣву, даютъ жидкости постоять нѣсколько дней, и если она остается прозрачною, то ее можно считать и стерилизованною. Что кипяченіе въ теченіи одного часа не всегда бываетъ достаточно, это мы видѣли уже при культурѣ *Bacillus subtilis*.—Загрязненіе культуръ происходитъ большею частію не изъ воздуха, но вслѣдствіе недостаточной стерилизации сосудовъ. Зараженіе культуры гораздо легче происходитъ отъ неполной стерилизации сосудовъ, чѣмъ отъ кратковременнаго ихъ открыванія съ цѣлью производства посѣва²⁶⁾.—Для полученія чистаго матеріала для посѣва, поступаютъ при массовыхъ культурахъ по различнымъ методамъ. 1) Методъ фракціонированной культуры²⁷⁾. Онъ основывается на опытѣ, согласно которому одинъ изъ нѣсколькихъ дробящихся грибовъ развивается наконецъ сильнѣе остальныхъ. Если теперь изъ удавшейся на столько культуры перенести небольшое количество въ другой несодержащій грибовъ растворъ, а изъ этого послѣдняго, по прошествіи соотвѣтственнаго времени, въ третій и т. д., то имѣются шансы получить въ концѣ концовъ чистую культуру, и остается наконецъ именно тотъ дробящійся грибокъ, который, при данныхъ условіяхъ, быстрѣе размножается. 2) Методъ разбавленія²⁸⁾. Этотъ методъ даетъ большею частію очень хорошіе результаты, когда необходимый для культуры дробящійся грибокъ въ количественномъ отношеніи превосходитъ всѣ другіе. Жидкость, содержащую дробящіеся грибы, разбавляютъ несодержащею грибовъ водою до тѣхъ поръ, пока, по приблизительному расчету, не будетъ приходится по одному грибку на каплю жидкости. Если теперь нужный для культуры грибокъ находится въ большемъ, сравнительно съ другими, количествѣ и мы заразимъ рядъ наполненныхъ питательною жидкостью сосудовъ одною каплею раствора, содержащаго грибы, то имѣются всѣ шансы, чтобы получить въ большинствѣ сосудовъ чистую культуру.—Имѣемъ ли мы чистую культуру дробящихся грибовъ, объ этомъ, въ большинствѣ случаевъ, можно судить уже макроскопически, именно по равномерному помутнѣнію жидкости, или по равномерному развитію пленки на ея поверхности, по равномерному развитію облачковъ на днѣ, или по равномерному окрашиванію, по равномерному образованію студени. Также точно можно предполагать, что культура чиста, если въ ней происходитъ энергическое броженіе или сильное гніеніе²⁹⁾. 3) Желатинная культура³⁰⁾. Этотъ методъ даетъ несомнѣнно наилучшіе результаты и вызвалъ на поприщѣ бактеріологіи величайшіе успѣхи. Къ питательной жидкости прибавляютъ желатину, агаръ-агара или кровяной сыворотки³¹⁾. Особенно часто употребляется смѣсь настоя мяса, пептона и желатины, содер-

жащая 6% желатины. 50 *gm.* желатины намачиваютъ въ 500 *сст.* воды и варятъ. $\frac{1}{2}$ кило рубленнаго мяса вымачиваютъ въ теченіи 24 часовъ въ 500 *сст.* холодной воды, затѣмъ варятъ мясную воду, полученную посредствомъ выжиманія мяса, профильтровываютъ чрезъ тонкій газъ, смѣшиваютъ съ желатиною, прибавляютъ 10 *gm.* пептона и 1 *g.* поваренной соли, нейтрализуютъ углекислымъ кали или углекислымъ натромъ и профильтровываютъ чрезъ пропускную бумагу. Вливаютъ въ реактивные цилиндрики 10—15 *сст.* питательной желатины, закупориваютъ ихъ ватными пробками и стерилизуютъ посредствомъ однократнаго кипяченія въ теченіи нѣсколькихъ часовъ, или, лучше, посредствомъ получасоваго или часоваго кипяченія, но повторяемаго въ теченіи нѣсколькихъ дней сряду. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ хорошо бываетъ во время окончательнаго затвердѣванія желатины въ реактивныхъ цилиндрикахъ придавать этимъ послѣднимъ нѣсколько наклонное положеніе, вслѣдствіе чего увеличивается свободная поверхность желатины. Содержаніе питательной желатины можетъ быть, соотвѣтственно надобности, уменьшаемо до 2,5% или увеличиваемо до 10%. Подобно желатинѣ съ настоемъ мяса и пептономъ, можно также приготовить желатину съ настоемъ сѣна; съ настоемъ пшеницы; съ *Humor aqueus*; съ мяснымъ экстрактомъ и пептономъ; съ мяснымъ настоемъ, пептономъ и 1% тростниковаго или винограднаго сахара и т. д. — Если культуры должны быть содержимы при температурѣ крови (*Brütwärme*), то, вмѣсто желатины, хорошо прибавлять къ питательнымъ растворамъ агаръ-агаръ или кровяную сыворотку. Такая питательная почва остается плотною и при температурѣ крови, между тѣмъ какъ желатинная питательная почва дѣлается при подобной температурѣ жидкою. Къ питательному раствору прибавляютъ 1% агаръ-агаръ. Сложнѣе приготовленіе уплотненной кровяной сыворотки. Кровь убиваемыхъ животныхъ собираютъ прямо изъ раны, производимой уколomъ, въ достаточно высокіе, снабженные стеклянною пробкою и предварительно стерилизованные сосуды. Эти сосуды наполняютъ до самаго края и ставятъ ихъ на 24—30 часовъ въ ящикъ со льдомъ (*Eisschrank*), пока надъ кровянымъ сверткомъ не образуется большой слой, совершенно прозрачной, янтарно желтаго цвѣта сыворотки. Тогда кровяную сыворотку разливаютъ посредствомъ пипетки въ реактивные цилиндрики, которые затыкаютъ ватными пробками. Ватныя пробки слѣдуетъ предварительно нагрѣть въ сушильнѣ до 150 — 160° С., чтобы ихъ такимъ образомъ стерилизовать. Послѣ этого кровяную сыворотку нагрѣваютъ пять дней сряду въ открытой водяной банѣ, каждый день въ теченіи одного часа, до 58° С. Въ послѣдній день даютъ температурѣ въ теченіи $\frac{1}{2}$ часа или 1 часа подняться до 65° С., вслѣдствіе чего кровяная сыворотка уплот-

няется. Скорѣе всего уплотняется баранья сыворотка, медленнѣе всего — теличья. Уплотненная кровяная сыворотка должна быть совершенно чистою и прозрачною, если она не вполне стерилизована, то скорѣе мутнѣетъ. Ее можно употреблять или саму по себѣ, или же въ качествѣ уплотняющей составной части для другихъ питательныхъ растворовъ. Плотная питательная почва употребляется съ большимъ успѣхомъ и для культуръ на предметныхъ стеклахъ. Небольшое количество питательной желатины, или агаръ-агару, или кровяной сыворотки, когда они еще въ жидкомъ состояніи, наливаютъ на стерилизованную предметную пластинку, такъ чтобы уплотняющійся на ней слой достигалъ толщины приблизительно въ 2 *mm*. Эти предметныя пластинки, когда на нихъ уже сдѣланъ посѣвъ, помѣщаютъ подъ стеклянный колпакъ, замкнутый водою, или въ гипсовый ящикъ. Ящикъ, сдѣланный весь изъ гипса, съ гипсовою же крышкою, очень удобенъ въ качествѣ большой влажной камеры для культуры грибовъ и бактерій, не нуждающихся въ свѣтѣ, потому что влага распределяется въ немъ весьма равномерно и сверху не падаютъ капли воды³²⁾. Въмѣсто того, чтобы дѣлать посѣвы на уплотнившейся уже питательной почвѣ, производятъ также посѣвы въ желатинѣ, находящейся еще въ реактивномъ цилиндрикѣ и нагрѣтой приблизительно до 25° C., отчего она становится жидкою; матеріалъ для посѣва перемѣшиваютъ съ нею и затѣмъ наливаютъ ее на предметныя пластинки. Если въ посѣвномъ матеріалѣ находились различные организмы, то они образуютъ теперь на предметной пластинкѣ отдѣльныя колоніи, изъ которыхъ каждая въ отдѣльности представляетъ, большею частію, чистую культуру. Чистота отдѣльныхъ колоній можетъ быть проверена непосредственно подъ микроскопомъ и, такимъ образомъ, изъ нихъ можно брать чистый матеріалъ для дальнейшихъ посѣвовъ. Кромѣ того, и микроскопическій видъ колоній часто бываетъ характернымъ и можетъ служить для опредѣленія формъ, которыя подъ микроскопомъ различаются лишь съ трудомъ. Признаками служатъ форма колоніи, ея окраска, равно какъ и то, разжижаетъ-ли она питательную почву, или нѣтъ, и окрашивается-ли она ее. — «Прививка» (*Impfung*) къ питательному раствору или къ плотной питательной почвѣ производится свѣжепрокаленной платиновой проволокой. Для этой цѣли производятъ на плотной питательной почвѣ царапины. Въ плотной питательной почвѣ, находящейся внутри реактивныхъ цилиндриковъ, дѣлаютъ уколы приблизительно до глубины $\frac{1}{2}$ до 2 *cm*. — Способъ развитія внутри реактивныхъ цилиндриковъ тоже бываетъ характеренъ и позволяетъ макроскопически отличать другъ отъ друга отдѣльныя формы по признакамъ, подобнымъ описаннымъ для культуръ на предметныхъ пластинкахъ. Если требуется изучить исторію развитія какой нибудь отдѣль-

ной формы непосредственно подъ микроскопомъ, то прибѣгаютъ къ помощи маленькихъ влажныхъ камеръ.—Для чистыхъ культуръ, продолжающихся болѣе продолжительное время, камеры изъ картона, которые употребляли раньше, уже неудовлетворительны. Для такихъ культуръ можно рекомендовать напр. камеру, дѣлаемую изъ стеклянаго колечка³³⁾. Такое колечко, вышиною приблизительно въ 0,5 ст., отрѣзывается отъ стеклянной трубочки соответственнаго діаметра. Оба края стеклянаго колечка сглаживаются на точильномъ камнѣ и наклеиваются на предметную пластинку посредствомъ канадскаго бальзама. Въ качествѣ крышки служитъ круглое, соответственной величины, покрывное стеклышко. На средину покрывнаго стеклышка наносится возможно болѣе тонкій слой питательной почвы изъ желатины, агаръ-агара или кровяной сыворотки и слою этому производится затѣмъ прививка. Покровное стеклышко укрѣпляютъ на краѣ стеклянной камеры посредствомъ 3 маленькихъ капелекъ масла. — Тонкій слой воды на днѣ стеклянной камеры поддерживаетъ въ ней необходимую влажность. — Такую влажную камеру можно передѣлать въ газовую камеру; для чего въ стеклянномъ колечкѣ продѣлываютъ два боковыхъ отверстія, въ которые впаиваютъ или вклеиваютъ стеклянные трубочки, служащія для введенія и выведенія газа. — Можно рекомендовать еще и другую влажную камеру³⁴⁾, состоящую изъ предметной пластинки съ плоскимъ, круглымъ или четырехугольнымъ углубленіемъ по срединѣ, которое окружено еще болѣе глубокимъ желобкомъ. Этотъ желобокъ наполняютъ водою. Употребляемые при этомъ покрывныя стекла должны быть настолько велики, чтобы могли захватывать своими краями далѣе наружнаго края желобка и лежали-бы, такимъ образомъ, на неуглубленной поверхности предметной пластинки. — Для культуръ при постоянной, болѣе высокой температурѣ, служатъ ящики съ двойными стѣнками (Vegetationskästen), съ соответственнымъ приспособленіемъ для нагреванія. Подобный аппаратъ можно приобрести за 25—50 марокъ у д-ра Роберта Мюнке въ Берлинѣ, Luisenstrasse 58, или у д-ра Гермманна Рорбека въ Берлинѣ, Friedrichstrasse 100. Особенно хорошъ вегетационный ящикъ по д'Арсонвалю, который стоитъ однако-же у д-ра Роберта Мюнке 72 — 108 марокъ, у д-ра Гермманна Рорбека отъ 28 до 130 марокъ.

Примѣчаніе къ XXI-му упражненію.

¹⁾ Относительно сообщаемого здѣсь срав. Zopf, die Spaltpilze и de Bary, Vergl. Morph. u. Biol. d. Pilze, Myceto. und Bacterien. pag. 490; въ этихъ двухъ сочиненіяхъ указана и прочая литература. Относительно окрашиванія я придерживался главнымъ образомъ Гейера, Gazeta lekarska, 1884.

- ²⁾ Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. Bd. I. pag. 411.
- ³⁾ По Evera, Bull. de la soc. Belge de mikr. T. X. № 11.
- ⁴⁾ По Brun'y сообщено Fol'емъ въ Lehrb. d. vergl. mikr. Anat. pag. 37.
- ⁵⁾ Cohn, Beitr. z. Biol., Bd. I, p. 161; Zopf, l. c. pag. 92.
- ⁶⁾ Engler, Bericht der Commission zur Erf. d. deut. Meere, 1881; Zopf, die Spaltpilze, pag. 13, 75 ff., здѣсь и литература.
- ⁷⁾ Срав. и относительно этого опять Zopf, l. c. pag. 80.
- ⁸⁾ Срав. Cohn, Beiträge zur Biologie, Bd. I, pag. 125.
- ⁹⁾ Срав. литературу по этому вопросу у Zopf, die Spaltpilze, 1883.
- ¹⁰⁾ Zopf, l. c. pag. 5.
- ¹¹⁾ R. Koch, Berliner klinische Wochenschrift, 1882, pag. 221.
- ¹²⁾ Срав. по этому поводу C. Friedländer, Mikr. Technik, II Aufl., pag. 53.
- ¹³⁾ Методъ Neelsen'a, по сообщенію Гейера.
- ¹⁴⁾ По Субботину, Arch. de phys. norm. et. path. T. XIII, 1881, pag. 477.
- ¹⁵⁾ По Гейеру, l. c.
- ¹⁶⁾ Weigert, Virchow's Archiv, Bd. LXXXIV, pag. 201; Firket въ Bizozero's французск. переводѣ Manuel de micr. clin., pag. 314.
- ¹⁷⁾ Gram, Fortschr. d. Med. 1884, pag. 185.
- ¹⁸⁾ Victor Babes, Arch. f. Mikr. Anat., Bd. XXII, pag. 359 и 361.
- ¹⁹⁾ Введенъ въ употребленіе Р. Кохомъ; Unters. üb. Aet. d. Wundinfectionskrankheiten. Leipzig, 1878.
- ²⁰⁾ По методу, указанному Roberts'омъ и Buchner'омъ; срав. Zopf, die Spaltpilze, pag. 57, къ которому я вообще отсылаю, какъ къ источнику, изъ котораго можно узнать прочую литературу.
- ²¹⁾ Brefeld, Schimmelpilze, Heft IV, pag. 38.
- ²²⁾ Срав. Brefeld, l. c. pag. 40.
- ²³⁾ Срав. Koch, in Cohn's Beitr. z. Biolog., Bd. II, pag. 402.
- ²⁴⁾ Brefeld, l. c. pag. 40.
- ²⁵⁾ Buchner, въ Naegeli's Unters. üb. niedr. Pilze, pag. 192, тамъ и рисунокъ Saftgläschen.
- ²⁶⁾ Buchner, Stzber. d. bair. Akad. d. Wiss., 1880, pag. 381 и въ Naegeli's Unters. über niedr. Pilze, pag. 159.
- ²⁷⁾ Введенъ Klebs'омъ; Archiv f. exper. Path., Bd. I, pag. 46; въ остальныхъ отношеніяхъ ссылаюсь опять таки на Zopf, Spaltpilze, pag. 43 ff.
- ²⁸⁾ Предложенъ Naegeli, Stzber. d. kgl. bair. Akad. d. Wiss., 1880, pag. 410 и Unters. über niedr. Pilze, pag. 13; Buchner, Stzber. d. kgl. bair. Ak. d. Wiss., 1880, pag. 374 и въ Naegeli's Unters. über niedr. Pilze, pag. 146.
- ²⁹⁾ По Zopf'у, l. c. pag. 44.
- ³⁰⁾ Введена Brefeld'омъ; срав. Schimmelpilze, Heft. I, pag. 15. Усовершенствована R. Коc'омъ, zur Untersuchung pathog. Organismen, Mitth. aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, 1883, pag. 18 и многія другія статьи въ Mitth. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte.
- ³¹⁾ Въ эти питательныя вещества можно получать приготовленными и стерилизованными отъ д-ра Германа Рорбека въ Берлинѣ, Friedrichstr. 100.
- ³²⁾ Bainier, Ann. d. sc. nat. Bot. VI sér. T. XV, pag. 346.
- ³³⁾ По Van Tieghem'у и le Monnier, Ann. d. sc. nat. Bot. V. sér. T. XVII, pag. 263.
- ³⁴⁾ Dippel, das Mikroskop, II. Aufl. pag. 662; Grundzüge d. allg. Mikr. pag. 295.

XXII. Упражнение.

Воспроизведение у водорослей.

Ориентировавшись на общемъ поприщѣ морфологическаго изслѣдованія высшихъ и низшихъ растительныхъ формъ, познакомимся теперь съ тѣми задачами, которыя ставитъ микроскопическому изслѣдованію частная морфологія. Мы избираемъ при этомъ путь, обратный тому, которому слѣдовали до сихъ поръ и постепенно будемъ переходить отъ простѣйшихъ группъ организмовъ къ высоко организованнымъ. Мы уже положили этому начало въ послѣднемъ упражненіи, разсмотрѣвъ все развитіе бактерій; разсмотримъ теперь неполовые и половые процессы у водорослей.

Часто случается наблюдать спирогиры, которыя совершаютъ копуляцию ¹⁾. Такія спирогиры обращаютъ на себя вниманіе своимъ курчавымъ видомъ и связью въ ихъ нитчатыхъ массахъ. Процессъ наблюдается легко, не слѣдуетъ только класть нити прямо на предметную пластинку и покрывать покровнымъ стеклышкомъ, а надо ихъ помѣстить въ описанной на стр. 218 маленькой влажной камерѣ (картонной рамкѣ), въ которой спирогиры находятся въ такомъ случаѣ въ висящей на покровномъ стеклышкѣ каплѣ. У большинства видовъ копуляция происходитъ лѣстницеобразно, т. е. двѣ противулежащія нити соединяются поперечною перемычкою. Клѣточки производятъ короткіе, тупые отростки, которые встрѣтились и срослись. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ еще до копуляции можно отличать, которая нить мужская и которая женская, такъ какъ клѣточки этой послѣдней вздуваются боченкообразно. Послѣ соединенія копуляціонныхъ отростковъ, сначала въ мужской клѣточкѣ, содержимое начинаетъ округляться и со всѣхъ сторонъ отступаетъ отъ стѣнки клѣточки. Затѣмъ оно переходитъ въ копуляціонный каналъ и проходитъ черезъ перегородку, которая къ этому времени разлагается. Одновременно, или при прикладованіи мужской клѣточки, округляется и женская клѣточка. Обѣ клѣточки приходятъ въ соприкосновеніе и по прошествіи немногихъ минутъ сливаются. Содержимое ихъ смѣшивается; хлорофильныя ленты прикладываются одна къ другой; оба клѣточныхъ ядра сливаются въ одно ²⁾, чего однако безъ окрашиваній нельзя видѣть. Образовавшаяся зигота начинаетъ вскорѣ сокращаться; по прошествіи одного часа полость въ ней исчезаетъ совершенно. При этомъ хлоро-

фильная лента оттясняется нѣсколько внутрь, между тѣмъ какъ периферію занимаетъ безцвѣтная, пѣнистая протоплазма. Зигота болѣе или менѣе шаровидна. Но по прошествіи 24 часовъ она опять увеличивается, въ ней появляется полость и она принимаетъ эллипсоидальную форму; хлорофильныя ленты приближаются къ периферіи и зиготу покрываетъ теперь явственная, двухконтурная оболочка.

Только что разсмотрѣнный нами процессъ копуляціи характеренъ для всего отряда водорослей, соединяемыхъ подъ именемъ *Conjugatae*. Къ нему относятся, кромѣ *Spirogyra*, столь же распространенные у насъ въ прѣсной водѣ виды *Zygnema*, отличающіеся двумя звѣздчатыми хроматофорами въ каждой клѣточкѣ, и изящной формы *Desmidiaceae*. Вблизи ихъ можно бы поставить діатомъ, у которыхъ типическая копуляція тоже встрѣчается.

Принадлежащій къ *Chlorophyceae* родъ *Cladophora*, строеніе котораго намъ уже извѣстно, представляетъ весьма подходящій объектъ для изученія зооспоръ ³⁾; но, къ сожалѣнію, онъ не всегда обнаруживаетъ склонность къ образованію зооспоръ. Сравнительно легко получаютъ зооспоры у морскихъ формъ, которыя помѣщаютъ въ достаточно большой сосудъ съ морской водой; но и изъ прѣсноводныхъ формъ, *Cladophora glomerata*, взятая изъ быстро текущей воды и положенная къ вечеру въ плоскіе сосуды, съ слоемъ воды всего около 1 *cm.* толщины, на слѣдующій день почти всегда даетъ зооспоры. Развѣтіе послѣднихъ начинается въ верхушкахъ вѣтокъ и распространяется отсюда дальше, по направленію къ ихъ основанію. Такимъ образомъ, всѣ фазы развитія легко можно отыскать одновременно. Мы разсматриваемъ ихъ въ направленіи отъ основанія къ верхушкѣ вѣтокъ и начинаемъ съ неизмѣнившейся еще клѣточки. Строеніе такой клѣточки намъ уже извѣстно, и то, что можно разсмотрѣть безъ реактивовъ, сейчасъ же опять увидимъ: многогранные, близко примыкающіе другъ къ другу хроматофоры, въ которыхъ заключаются мелкія, блѣдныя крахмальные зернышки, частію же и болѣе крупныя пиреноиды; пластинки плазмы, проходящія чрезъ полость клѣточки и содержащія отчасти и хроматофоры. Переходя постепенно отъ такихъ клѣточекъ къ клѣточкамъ, образующимъ спорангіи, мы замѣчаемъ прежде всего измѣненіе окраски ихъ содержимаго. При достаточно сильномъ увеличеніи констатируемъ въ тоже время отсутствіе пиреноидовъ; послѣдніе распались на отдѣльныя крахмальные зернышки, причемъ и хроматофоры подѣлились на болѣе мелкіе. На слѣдующей затѣмъ стадіи хроматофоры распредѣляются сѣтевидно, такъ что все содержимое, окружающее большей или меньшей величины полость, представляется подѣленнымъ на много-

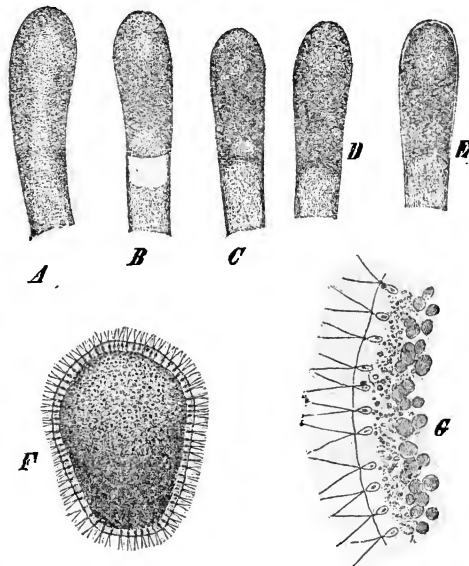
гранные участки. Срединка каждого такого участка свободна от зернышекъ, и фиксированные и окрашенные объекты показываютъ, что здѣсь лежитъ по одному клѣточному ядру. Въ тоже время и кожистый слой, окружающій все содержимое клѣтки, утолщается и дѣлается болѣе замѣтнымъ. Особенно сильно выступаетъ онъ у краевъ клѣтки. Въ одномъ мѣстѣ, которое лежитъ близко отъ передняго конца клѣтки, а въ конечныхъ клѣточкахъ находится на самомъ концѣ ихъ, замѣчается особое скопленіе безцвѣтной протоплазмы. Противъ середины этого скопленія оболочка клѣтки разбухаетъ и сосочкообразно выпячивается наружу, конечно вслѣдствіе увеличенія въ объемѣ отъ разбуханія. — Слѣдующее измѣненіе состоитъ въ томъ, что хроматофоры удлиняются внутрь многогранныхъ участковъ и эти послѣдніе представляются разграниченными посредствомъ свѣтлыхъ линий. Затѣмъ участки начинаютъ округляться и отчасти отступать другъ отъ друга. Периферическіе участки выдаются теперь въ видѣ округлыхъ бугорковъ. Но кожистый слой не принимаетъ участія въ дифференцировкѣ хлорофиллоноснаго содержимаго на отдѣльные участки, онъ превращается скорѣе въ безцвѣтную слизь, которая играетъ роль при выходѣ зооспоръ. Соответственно сильному скопленію безцвѣтной протоплазмы у будущаго выходнаго отверстія, здѣсь находится наибольшая масса образовавшейся слизи и, связанные еще въ одну общую массу, зооспоры соответственно удалены поэтому отъ этого мѣста. Въ массѣ зооспоръ, представляющей очертаніе плода шелковицы, легко можно теперь видѣть цилиндрическую, болѣе или менѣе значительно развитую полость. При очень богатомъ содержаніи спорангія, послѣдней можетъ и не быть. Но обыкновенно она существуетъ и зооспоры образуютъ вокругъ этой внутренней полости двойной или тройной слой. Вскорѣ зооспоры принимаютъ грушевидную форму. Ихъ передній, безцвѣтный, заостренный конецъ хорошо отличается отъ закругленнаго, хлорофиллоноснаго задняго конца; у поверхности каждой зооспоры выступаетъ узкая, красноватая черточка, такъ называемое глазное пятно. Клѣточная оболочка, въ соответствующемъ сосочку мѣстѣ, разбухаетъ къ этому времени на столько сильно, что контуры ея можно различить лишь съ большимъ трудомъ. При непрерывномъ наблюденіи теперь вскорѣ можно будетъ видѣть наступленіе момента, въ который начинается выходъ зооспоръ. Подъ вліяніемъ давленія содержимаго, разбухшее вещество сосочка прорывается и масса зооспоръ съ силою выдавливается наружу. Въмѣстѣ съ зооспорами выступаютъ наружу и мелкозернистыя массы содержимаго клѣточной полости. По прошествіи короткаго времени, выдавленные наружу зооспоры приходятъ въ движеніе. Содержимое спорангія, уменьшаясь въ своей массѣ, отступаетъ отъ

стѣнки клѣточки; очевидно, что здѣсь находится студенистая масса, надавливающая на содержимое клѣточки. Когда въ спорангіѣ остается уже небольшое число зооспоръ, то онѣ начинаютъ двигаться внутри послѣдняго по различнымъ направленіямъ и, одна за другою, выходятъ черезъ сосочекъ наружу. Небольшое число остается иногда и въ спорангіѣ. Если изслѣдованіе объекта производится въ висящей каплѣ, то зооспоры, подѣ вліяніемъ свѣта, собираются наконецъ у края капли, обращеннаго къ окну или же у противоположнаго. Но эти зооспоры не принадлежатъ къ числу самыхъ чувствительныхъ къ свѣту, онѣ долго остаются разсѣянными по всей каплѣ, движутся въ ней по различнымъ направленіямъ и по мѣрѣ того, какъ уменьшается энергія ихъ движенія, лишь постепенно собираются у края, гдѣ и останавливаются. Онѣ затѣмъ округляются и покрываются клѣточкою оболочкою. — Зооспоры эти можно очень хорошо фиксировать небольшимъ количествомъ раствора іода въ іодистомъ кали (фиг. 85). На нихъ видны въ такомъ случаѣ двѣ рѣснички (у другихъ видовъ *Cladophora* ихъ можетъ быть и четыре), которыя отходятъ отъ небольшого выступа на переднемъ концѣ зооспоры. При удобномъ положеніи зооспоръ послѣ обработки іодомъ можно вполне ясно различать въ переднемъ безцвѣтномъ концѣ маленькое клѣточное ядро (срав. фигуру); ядрышко окрашивается обыкновенно весьма рѣзко.

Разсмотрѣнныя нами зооспоры были недоговые. Но *Cladophora* можетъ производить и другія, меньшія зооспоры, дифференцированныя въ половомъ отношеніи, т. е. гаметы. Эти послѣднія копулируютъ



Фиг. 85. *Cladophora glomerata*. Зооспора, фиксированная растворомъ іода въ іодистомъ кали. Справа на ней глазное пятно; въ переднемъ безцвѣтномъ участкѣ видно клѣточное ядро. Увел. 540.



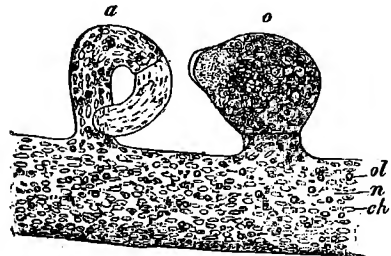
Фиг. 86. *Vaucheria sessilis*. А и В развитие спорангіевъ, С — Е образованіе зооспоръ изъ содержимаго спорангія; F выпущенная зооспора; G часть наружнаго безцвѣтнаго слоя плазмы изъ передней части зооспоры. Увел. А—Е 95; F 250; G 450 разъ.

другъ съ другомъ, но были до сихъ поръ наблюдаемы только у морскихъ формъ⁴⁾.

Изъ отдѣла Siphonaeae избираемъ для изслѣдованія весьма распространенную *Vaucheria sessilis*, чтобы рассмотреть у нея развитіе зооспоръ и половыхъ органовъ. Если сильные экземпляры этой водоросли взяты изъ стоячей или, еще лучше, изъ проточной воды и помѣщены въ плоскихъ сосудахъ въ свѣжей водѣ, то можно почти навѣрное рассчитывать на полученіе многочисленныхъ зооспоръ утромъ слѣдующаго дня. Зооспоры выходятъ въ теченіи всего предобѣденнаго времени, такъ что легко можно отыскать всевозможныя фазы⁵⁾. Если культуру просматривать черезъ лупу съ большимъ фокуснымъ разстояніемъ, то по темной окраскѣ концовъ нитей легко можно узнать первые зачатки спорангіевъ. Если теперь взять пинсетомъ, у ихъ основанія, группу нитей, которыя обѣщаютъ представить нужныя стадіи и перенести, не сгибая ихъ, на предметную пластинку, то здѣсь можно затѣмъ непосредственно слѣдить за дальнѣйшимъ ходомъ развитія. Последнее происходитъ часто вполне хорошо даже подъ покровнымъ стеклышкомъ, если только положить по бокамъ кусочки бузиновой сердцевины или конского волоса, чтобы покровное стеклышко не производило давленія на объектъ. Если изъ конца вѣтви долженъ образоваться спорангій, то въ немъ скопляется богатое хлорофилломъ содержимое и, въ то-же время, этотъ конецъ вѣтви начинаетъ булавообразно вздуваться. Полость въ булавѣ сдувается (фиг. 86, А) и вскорѣ отдѣляется въ верхней ея части въ видѣ вакуоли. Затѣмъ спорангій отдѣляется посредствомъ перегородки, при образованіи которой хлорофиллоносное содержимое спорангія и нити временно разступаются, такъ что они представляются отдѣленными другъ отъ друга свѣтлымъ промежуткомъ (фиг. 84, В). Послѣ этого, вокругъ содержимаго спорангія образуется свѣтлая оторочка (Е), которая получаетъ вскорѣ радіальную структуру. Оторочка эта состоитъ изъ безцвѣтной протоплазмы, а радіальная ея структура зависитъ отъ скопленія здѣсь продолговатыхъ, радіально расположенныхъ клѣточныхъ ядеръ (F, G). Ядра эти обнаруживаются только послѣ соотвѣтственной обработки реактивами и только при сильныхъ увеличеніяхъ⁶⁾. Такимъ образомъ, зооспора *Vaucheria* многоядерна. — По достиженіи окончательнаго развитія, зооспора вскорѣ выходитъ. Верхушка спорангія сразу разрывается и въ тотъ же моментъ выпячивается чрезъ отверстіе передняя часть зооспоры и начинаетъ въ то-же время вращаться вокругъ своей длинной оси. Зооспора должна протиснуться черезъ отверстіе. Выходъ продолжается обыкновенно немногю долѣ одной минуты. Образовавшееся въ спорангій разбухающее вещество способствуетъ выдавливанію зооспоры. Иногда

случается, хотя и рѣдко, что передняя часть зооспоры открывается отъ задней части, находящейся еще въ спорангіѣ; въ такомъ случаѣ передняя часть уплываетъ въ видѣ совершенно развитой, но только меньшей величины, зооспоры, а задняя часть даетъ другую зооспору. Подобное явленіе возможно только благодаря многоядерности зооспоры, такъ какъ каждая половина содержитъ поэтому необходимыя для ея существованія клѣточные ядра. Движеніе вышедшихъ зооспоръ продолжается около четверти часа и направленіе входящихъ лучей свѣта не оказываетъ вліянія на направленіе движенія. Зооспора имѣетъ яйцевидную форму; спереди она шире; въ этомъ переднемъ концѣ находится клѣточная полость. Рѣсницы можно видѣть только въ тотъ моментъ, когда зооспора останавливается; онѣ покрываютъ все тѣло зооспоры въ видѣ короткаго пушка. Въ слѣдующій затѣмъ моментъ онѣ втягиваются въ тѣло зооспоры, которое обнаруживаетъ во время этого процесса морщинистую поверхность; послѣ тѣло зооспоры становится гладкимъ. Во время втягиванія рѣсницъ замѣчается, что вокругъ зооспоры образовалась уже тоненькая оболочка. Теперь спора медленно округляется, ея безцвѣтная оторочка исчезаетъ, между тѣмъ какъ зерна хлорофилла придвигаются къ поверхности: стѣнка клѣточки быстро утолщается.

У сухопутной формы *Vaucheria sessilis* Vauch. легко отыскиваются половые органы. Видъ этотъ узнается по тому, что женскіе органы, оогоніи, сидятъ непосредственно на слоевищевой нити, между тѣмъ какъ мужскіе органы, антеридіи, заканчиваютъ собою короткую, роговидную загнутую вѣтку, которая непосредственно отходитъ отъ слоевища. Одинъ антеридій и одинъ оогоній располагаются обыкновенно въ видѣ одной пары, другъ возлѣ друга; нерѣдко случается также видѣть и одинъ антеридій между двумя оогоніями. Для изслѣдованія слѣдуетъ брать именно этотъ видъ *Vaucheria*, а не другой, столь же часто попадающийся на сырой землѣ, у котораго оогоніи и антеридіи сидятъ на одной общей вѣткѣ. Этотъ послѣдній видъ, *Vaucheria terrestris* Lyngb., мало пригоденъ для изслѣдованія. Живущая въ водѣ *Vaucheria sessilis* образуетъ въ культурахъ раньше уже разсмѣтрѣнные нами зооспоры и производитъ половые органы только черезъ нѣсколько



Фиг. 87. *Vaucheria sessilis*. Часть слоевища съ половыми органами. *o*—оогоній; *a*—антеридій; *ch*—хлороматы; *ol*—капля масла. Клѣточные ядра *n* тоже нарисованы, хотя ихъ можно видѣть только послѣ соответственнаго окрашиванія.

Увел. 240.

недѣль. — Оогоніи (фиг. 87, о) ⁷⁾ имѣютъ косо-яйцевидную форму, сильно наполнены содержащею хлорофиллъ и масло плазмой и отдѣлены отъ слоевища перегородкою, проходящею немного выше мѣста ихъ прикрѣпленія. Оогоній снабженъ одностороннимъ, клювообразнымъ выросткомъ, въ которомъ скопляется безцвѣтная протоплазма. На болѣе развитыхъ фазахъ эта послѣдняя занимаетъ всю верхнюю треть яйца. Если мы будемъ непрерывно наблюдать такой оогоній, то увидимъ, что безцвѣтное вещество на клювообразномъ концѣ производитъ сосочковидный выростокъ, который все болѣе и болѣе округляется въ видѣ самостоятельнаго шарика; послѣдній отдѣляется наконецъ отъ содержаемаго оогонія, отбрасывается въ окружающую воду и здѣсь медленно разрушается. Непосредственное наблюденіе показываетъ, что оболочка клювообразнаго конца оогонія при этомъ не продырявливается, но разбухаетъ только въ студень и выходящая капля плазмы продавливается черезъ студень. Остающееся содержимое округляется, а безцвѣтная вершина его представляетъ собою воспріимлющее пятно. — Вѣтвь, несущая антеридій, болѣе или менѣе сильно изогнута. Верхняя треть ея становится антеридіемъ и представляется отдѣленною посредствомъ перегородки (фиг. 87, а). Въ зрѣломъ состояніи антеридій отличается безцвѣтнымъ содержимымъ, между тѣмъ какъ несущая его вѣтвь богата хлорофилловыми зернами. Большею частью верхушка антеридія обращена въ противоположную оогонію сторону. Въ безцвѣтномъ содержимомъ антеридія болѣе или менѣе ясно замѣтны короткія палочки, имѣющія продольное положеніе. Къ тому времени, когда оогоній выбрасываетъ часть своего безцвѣтнаго, плазматическаго вещества, открывается на верхушкѣ антеридій и выпораживаетъ свое слизистое содержимое. Большая часть этого послѣдняго остается въ водѣ въ видѣ безцвѣтныхъ шариковъ, которые медленно разрушаются; незначительная часть уплываетъ въ видѣ очень мелкихъ сперматозоидовъ. Эти быстроплавающие сперматозоиды скопляются скорѣе въ студенистой массѣ на вершинѣ оогонія. Нѣкоторые проникаютъ до безцвѣтнаго воспріимлющаго пятна яйца и какъ бы ошупываютъ это послѣднее. Въ особенно благопріятныхъ случаяхъ удавалось констатировать сліяніе такого сперматозоида съ воспріимлющимъ пятномъ. По прошествіи короткаго времени оплодотворенное яйцо, зигота, покрывается нѣжною оболочкою, которая обнаруживается особенно ясно на воспріимлющемъ пятнѣ. По прошествіи нѣсколькихъ часовъ, безцвѣтная протоплазма воспріимлющаго пятна равномерно распредѣляется въ зиготѣ. Болѣе старыя зиготы сильно наполнены большими каплями масла, обнаруживаютъ нѣсколько бурныхъ пятенъ внутри и имѣютъ плотную оболочку.

Если движущіеся сперматозоиды фиксировать растворомъ іода въ іодистомъ кали, то на нихъ можно увидѣть двѣ неравной длины рѣсницы, прикрѣпленныя сбоку.

Примѣчаніе къ XXII-му упражненію.

¹⁾ de Bary, Conjugaten, pag. 3; Strasburger, Befr. und Zellth., pag. 5; Kny, Wandtafeln, Text, pag. 11.

²⁾ Schmitz, Stzber. der niederrh. Gesell., 4 Aug. 1879, pag. 23.

³⁾ Справ. Thuret, Ann. d. sc. nat. Bot., III. Sér., T. XIV., pag. 219 и таб. 16; Schmitz, Siphonocladaceen, pag. 34 и Chromatophoren, pag. 119, примѣч.; Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 72.

⁴⁾ Справ. Areschoug, Observ. phycol., II., Acta soc. scient. Upsal., vol. IX, 1874.

⁵⁾ Thuret, Ann. d. sc. nat. Bot., 2 Sér., T. XIX., pag. 270, Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 213 и 84.

⁶⁾ Schmitz, Stzber. d. niederrh. Gesell., 4 Aug. 1879, Sep.-Abdr., pag. 4; Strasburger, Zellb. u. Zellth. III. Aufl., pag. 88.

⁷⁾ Справ. Pringsheim, Monatsber. d. kgl. Ak. d. Wiss. zu Berlin aus dem Jahr 1855; de Bary, Ber. d. Freib. Naturf. Gesell., 1856; Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 90.

XXIII. Упражнение.

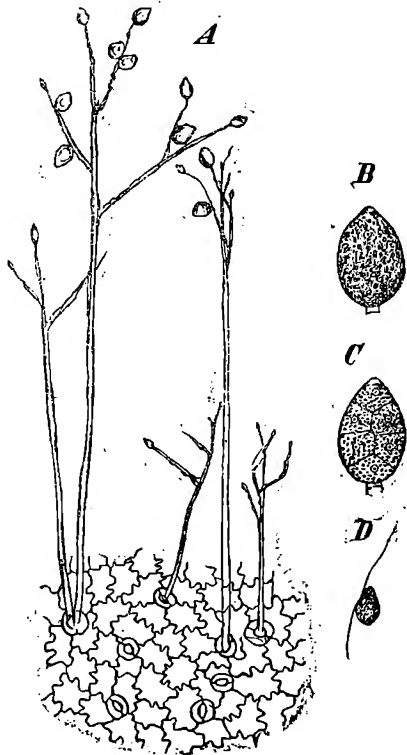
Воспроизведение у грибовъ.

Если подъ стеклянный колпакъ положить небольшой кусокъ влажнаго хлѣба, то онъ покрывается уже черезъ нѣсколько дней густымъ войлокомъ грибныхъ нитей, почти всегда принадлежащихъ фикомицету *Mucor Mucedo* ¹⁾. Тотъ же грибокъ въ скоромъ времени весьма роскошно развивается на свѣжемъ навозѣ, который держатъ въ замкнутомъ сыромъ пространствѣ. Отъ субстрата поднимаются прямостоячіе, достигающіе нѣсколькихъ сантиметровъ длины плодonoсцы, которые наклоняются къ источнику свѣта и которые заканчиваются одной шаровидной, желтой или бурой головкой, легко различаемой въ лупу. Если снять осторожно съ субстрата небольшое количество изслѣдуемаго матеріала и помѣстить въ каплю воды, то съ помощью достаточно сильнаго увеличенія можно убѣдиться, что мицелій состоитъ изъ толстыхъ, богато вѣтвящихся, неправильно подѣленныхъ перегородками трубокъ, отъ которыхъ поднимаются прямые, не имѣющіе перегородокъ и вѣтвей плодonoсцы, несущіе на верху шаровидную головку—спо-

рангій. Еще незрѣлые спорангіи сохраняются и въ водѣ, ихъ содержимое состоитъ изъ буроватожелтой протоплазмы. Въ самыхъ молодыхъ плодоножка еще, не отдѣлена отъ спорангія, но позже происходитъ перегородка, сильно вдающаяся внутрь спорангія, въ видѣ значительной выпуклины, такъ называемая *columella*. Зрѣлый спорангій расплываетъ въ водѣ, отъ его стѣнки остаются только мелкіе, изъ тонкихъ игolocекъ состоящіе обломки, относительно которыхъ доказано, что они состоятъ изъ щавелевой кислоты ²⁾. Выпороженные споры лежатъ на приблизительно одинаковыхъ другъ отъ друга разстояніяхъ и, приводя въ движеніе покрывное стеклышко, можно убѣдиться, что онѣ заключены въ безцвѣтную слизь. На плодоносцахъ обыкновенно остается ниже *columella*, въ видѣ маленькаго воротничка, остатокъ прилегающаго здѣсь известковаго покрова. Въ стѣнкоположной протоплазмѣ не слишкомъ старыхъ плодоносцевъ можно замѣтить красивыя, идущія вдоль главной оси струйки. Трубки *Mucor* многоядерны, ядра очень мелкія, открываемыя только посредствомъ соответственныхъ окрашиваній. — Въ названныхъ культурахъ грибокъ производитъ иногда зиготы, которые обнаруживаются въ видѣ черныхъ точекъ. Въ мартѣ и апрѣлѣ мѣсяцахъ его можно большею частію заставить образовывать зиготы, если посѣять споры на свѣжемъ, плоско разложенномъ конскомъ навозѣ. Зиготы развиваются въ 8—14 дней. Удастся также получить зиготы и въ другое время, если произвестъ посѣвъ въ нѣсколькихъ капляхъ концентрированнаго и продолжительнымъ кипяченіемъ стерилизованнаго сока изъ сливъ, въ которому прибавляютъ 10 до 20% алкоголя. Посѣвъ производятъ на покрывномъ стеклышкѣ, во влажной камерѣ, устроенной изъ стекляннаго колечка (стр. 224), и предметныя пластинки помѣщаются въ гипсовые ящики (стр. 223), служащіе въ качествѣ большихъ влажныхъ камеръ ³⁾. Зиготы происходятъ вслѣдствіе копуляціи булабовидно расширенныхъ концовъ нитей мицелія. На зрѣлой, черной, покрытой бородавками зиготѣ видны противуположающія мѣста прикрѣпленія этихъ двухъ нитей мицелія, въ видѣ болѣе свѣтлыхъ, круглыхъ участковъ.

Причиной болѣзни картофеля является тоже фикомицетъ—*Phytophthora infestans* de Bary ⁴⁾, ростковыя трубки котораго проникаютъ чрезъ оболочки эпидермоидальныхъ клѣточекъ листа въ межклеточныя пространства этого послѣдняго и, распространяясь въ нихъ, разрушаютъ ткань питающаго растенія, образуя постоянно увеличивающіяся бурья пятна. Чтобы получить этотъ грибокъ дающимъ большую массу плодовъ, кладутъ части больнаго картофельнаго растенія въ насыщенное парами пространство подѣ стекляннымъ колпакомъ и оставляютъ ихъ здѣсь дня на два. Больные листья покрываются въ такомъ случаѣ съ обѣихъ сторонъ, но преимущественно съ нижней, бѣлою

«плѣсенью», которая состоитъ изъ нитевидныхъ плодonoсцевъ *Phytophthora*. Такія дерновинки плѣсени особенно сильно развиты по краямъ бурыхъ пятенъ. На плоскостныхъ разрѣзахъ изъ покрытыхъ плѣсенью частей, мы видимъ гонидьеносцы, выходящіе наружу, черезъ широко открытыя дыхательныя устья. Мы можемъ въ этомъ увѣриться, конечно менѣе совершенно, положивъ подъ микроскопъ просто кусочки листьевъ. Гонидьеносцы представляются въ видѣ нѣжныхъ, безъ перегородокъ, наполненныхъ мелкозернистою протоплазмою нитей, которыя въ верхней своей части развѣтвляются (фиг. 88, А). Вѣтвление моноподиальное и вѣтокъ обыкновенно бываетъ только двѣ или три. Эти вѣтки представляютъ на своемъ протяженіи непривильныя расширения. Въ сухомъ воздухѣ гонидьеносцы спадаются и закручиваются во-кругъ своей оси. Мѣстами находятъ на концѣ вѣтки развивающуюся гонидію; но зрѣлыя гонидіи, имѣющія форму лимона, отпадаютъ при внесеніи препарата въ воду. Чтобы видѣть гонидіи сидящими на гонидьеносцахъ, нужно препаратъ разсматривать сухимъ. Но препаратъ слѣдуетъ накрыть покровнымъ стеклышкомъ и пустить подъ край этого послѣдняго немного воды, иначе гонидьеносцы, какъ уже было упомянуто, быстро высыхая, скручиваются. На свободно растущихъ растеніяхъ гонидьеносцы находятся только на нижней сторонѣ листьевъ и они не достигаютъ здѣсь такой вышины, какъ во влажныхъ камерахъ; поэтому они и не такъ замѣтны для невооруженнаго глаза. — Нѣжные поперечные разрѣзы, сдѣланные изъ больныхъ листьевъ, вложенныхъ въ бузинную сердцевину, и именно изъ участковъ, прилегающихъ къ бурымъ пятнамъ, даютъ намъ возможность хорошо прослѣдить выходъ гонидьеносцевъ черезъ дыхатель-



Фиг. 88. А эпидермисъ листа *Solanum tuberosum* сверху, съ выходящими черезъ дыхательныя устья гонидьеносцами *Phytophthora infestans*. Увел. 90. В зрѣлая гонидіа; С гонидіа съ раздѣлившимся содержимымъ. D зооспора. В—D увелич. 540 разъ.

ныя устьяца. Довольно часто случается, что чрезъ одно дыхательное устье выходитъ нѣсколько такихъ гифъ; или, что бываетъ чаще, гифа развѣтвляется при выходѣ и производитъ соотвѣственно много гонидьеносцевъ. Мы можемъ отъ этихъ мѣстъ — что впрочемъ гораздо труднѣе — прослѣдить гифы и внутрь, въ ткань листа и констатировать, что онѣ здѣсь направляются по межклеточнымъ пространствамъ. Въ отличіе отъ наиболѣе родственныхъ имъ видовъ *Peronospora*, *Phytophthora* производитъ только небольшое число и притомъ короткихъ, проникающихъ въ клеточку сосательныхъ отростковъ (гаусторій), такъ что ихъ большею частію не удается находить. Нѣжныя нити мицелія прилегаютъ, напротивъ, плотно къ клеточкамъ питающаго растенія. Такія клеточки обнаруживаютъ сперва окрашиваніе въ бурый цвѣтъ ихъ хлорофилловыхъ зеренъ, которыя наконецъ сливаются другъ съ другомъ и съ другими составными частями содержимаго въ темнобурю, свернутую массу; вмѣстѣ съ тѣмъ и вся клеточка сжимается. — Гонидіи имѣютъ форму лимона (фиг. 88, В), сидятъ на короткихъ ножкахъ, ихъ верхушка немного заостряется и онѣ наполнены мелкозернистымъ содержимымъ. Оболочка гонидіи очень нѣжная, на верхушкѣ гонидіи нѣсколько утолщены. Онѣ залагаются, какъ мы уже видѣли, на концахъ вѣтокъ гонидьеносцевъ; когда онѣ достигаютъ своей окончательной величины, тогда верхушка вѣтви, ниже мѣста прикрѣпленія гонидіи, растетъ односторонне дальше и сдвигаетъ гонидію на бокъ, такъ что послѣдняя принимаетъ относительно вѣтви прямоугольное положеніе. Вскорѣ на верхушкѣ вѣтви залагается новая гонидіа (срав. фиг. 88, А). — Послѣмъ гонидіи въ каплѣ воды на покровномъ стеклышкѣ и помѣшиваніемъ капли постараемся сдѣлать, чтобы большая часть гонидій была погружена въ воду. Покровное стеклышко накладывается на маленькую влажную камеру и капля такимъ образомъ вѣшается. Культура не должна находиться на слишкомъ яркомъ свѣтѣ. По прошествіи одного часа, иногда и позже, начинается развитіе зооспоръ изъ содержимаго гонидій. Гонидіи становятся такимъ образомъ спорангіями, впрочемъ, онѣ могутъ проростать и непосредственно, такъ какъ мы видимъ, что нѣкоторые изъ нихъ, лежащіе на поверхности или у края капли, пускаютъ изъ верхушечнаго сосочка ростковую трубку. У погруженныхъ, производящихъ зооспоры, содержимое раздѣляется на опредѣленное число клеточекъ (С), въ которыхъ замѣчается по одной маленькой центральной вакуолѣ. Верхушка гонидіи разбухаетъ въ видѣ сосочка, наконецъ растворяется и чрезъ маленькое круглое отверстіе выдавливаются другъ за другомъ наружу отдѣльные участки содержимаго. Вскорѣ они уплываютъ въ видѣ зооспоръ. Если фиксировать эти зооспоры растворомъ іода, то можно увидѣть на нихъ двѣ рѣснички. По-

слѣднія прикрѣплены сбоку, вблизи вакуоли, которая имѣетъ теперь периферическое положеніе (*D*). Движеніе зооспоръ можетъ продолжаться до получаса. Затѣмъ онѣ останавливаются, покрываются целлюлезною оболочкою и даютъ вскорѣ ростокъ. Этотъ-то именно, развившійся непосредственно изъ гонидіи, или-же изъ зооспоры ростокъ, и проникаетъ черезъ эпидермисъ въ стебли и листья картофеля и заражаетъ такимъ образомъ, какъ это можно доказать, вполне здоровое растеніе. Посредствомъ гонидій происходитъ быстрое размноженіе паразита.

Половые органы у *Phytophthora infestans* до сихъ поръ еще не найдены, но они извѣстны у родственныхъ ей *Peronosporae*. Въ такомъ случаѣ вѣтви мицелія внутри питающаго растенія вздуваются, большею частью на концахъ, вздутія эти, отдѣляясь перегородками, образуютъ оогоніи. Къ каждому оогонію прилагывается вѣтвь мицелія, изъ конца которой образуется антеридій. Въ оогоніи, изъ большей части находящейся въ немъ протоплазмы, развивается одно центральное, шаровидное яйцо. Антеридій производитъ ростокъ для оплодотворенія, доходящій до самаго яйца, которое покрывается затѣмъ плотною оболочкою.

На различнѣйшихъ предметахъ, находящихся въ сырѣ помѣшеніи, если они только содержатъ хотя-бы малѣйшіе слѣды питательныхъ веществъ, обыкновенно появляется въ скоромъ времени синезеленая плѣсень — *Penicillium crustaceum* Fries ⁵⁾. Это самый распространенный плѣсенный грибокъ, встрѣчающійся повсемѣстно. Поэтому, матеріалъ для изслѣдованія получить не трудно. Удобнѣе всего смочить кусочекъ хлѣба и положить его подъ стеклянный колпакъ. На этомъ хлѣбѣ прежде всего появятся вѣроятно *Mucorineae*; но медленнѣе развивающійся *Penicillium* вытѣсняетъ ихъ вскорѣ и черезъ восемь приблизительно дней



Фиг. 89. *Penicillium crustaceum*, плодоносы съ мутовками вѣток (*s'* и *s''*), базидіями (*b*), стеригмами (*st*) и спорами; замѣтны клеточныя ядра. По алкоголе-гематоксилиному препарату. Увел. 540.

на субстратъ является густой, синезеленый покровъ. Синезеленая окраска зависитъ отъ споръ *Penicillium*'а, которые однако обнаруживаютъ этотъ цвѣтъ только въ большой массѣ. Беремъ теперь небольшое количество матеріала съ субстрата и разсматриваемъ его въ водѣ. Мицелій состоитъ изъ вѣтвистыхъ гифъ, подѣленныхъ перегородками. Непосредственно видимое содержимое состоитъ изъ мелкозернистой протоплазмы съ вакуолями. Нѣкоторыя нити, ничѣмъ не отличающіяся отъ прочихъ нитей мицелія, развиваются въ плодonoсцы. На концѣ ихъ образуются мутовки вѣтокъ (фиг. 89, s'), которые или непосредственно производятъ мутовки базидій, или сначала образуютъ еще вторичныя мутовки боковыхъ вѣтокъ и уже на этихъ послѣднихъ развиваются мутовки базидій. Такое вѣтвление придаетъ плодonoсцу видъ кисточки. Кромѣ этой конечной кисточки, часто еще развиваются изъ вѣтвей, вырастающихъ ниже перегородки первичнаго плодonoсца, вторичныя плодonoсцы (на фигурѣ справа). Базидіи, какъ это видно при достаточно сильномъ увеличеніи, имѣютъ цилиндрическую форму и на своемъ концѣ вытянуты въ тонкій отростокъ—стеригму (*st*). Стеригма вздувается на своемъ концѣ и образуетъ быстро заостряющуюся спору. Подъ первую спору вскорѣ появляется второе вздутіе, дѣлающее спору, и т. д., такъ что получаютъ цѣпочки споръ. Верхнія споры цѣпочки сбрасываются, между тѣмъ какъ снизу развиваются новыя. — Дерновинки *Penicillium*, фиксированныя абсолютнымъ алкоголемъ, очень хорошо красятся гематоксилиномъ, причемъ обнаруживается, что въ клѣточкахъ мицелія и плодonoсцевъ находятся многочисленныя клѣточные ядра⁶⁾. Эти послѣднія весьма малы, такъ что для разсматриванія ихъ требуются сильныя увеличенія. Они удлинены въ продольномъ направленіи клѣточки и соединяются между собою тонкими струйками плазмы. Въ длинныхъ клѣточкахъ ихъ насчитывается очень много, въ короткихъ вѣткахъ мутовокъ на плодonoсцахъ, одно или два, въ базидіяхъ — только по одному, въ верхнемъ концѣ. Но верхушка базидій обыкновенно такъ сильно наполнена содержимымъ, что открыты въ нихъ присутствіе клѣточныхъ ядеръ становится невозможнымъ. При помощи самыхъ сильныхъ увеличеній можно всегда разсмотрѣть и въ спорахъ по одному ядру.

Замѣтимъ для памяти, что кромѣ только что описанныхъ плодonoсцевъ, у *Penicillium* удалось найти еще и другую форму плодonoшенія⁷⁾. Эта послѣдняя появляется въ соотвѣтственно произведенныхъ массовыхъ культурахъ, имѣетъ величину маленькыхъ булавочныхъ головокъ и желтоватый цвѣтъ. Послѣ довольно продолжительнаго времени покоя, внутри ихъ развиваются *asci*, въ которыхъ образуется по восьми споръ. Такимъ образомъ, *Penicillium* оказывается аскомицетомъ и закрытымъ

плодовымъ тѣломъ. Изъ образовавшихся въ аскусѣхъ споры были получены кистевидные плодоносцы.

Примѣчаніе къ XXIII-му упражненію.

- ¹⁾ Brefeld, Schimmelpilze, Heft I, pag. 10; тамъ и прочая литература.
- ²⁾ Brefeld, l. c. pag. 18.
- ³⁾ Справ. Bainer, Ann. d. sc. nat. Bot. VI sér. T. XI, pag. 345. Въ названной статьѣ и дальнѣйшія указанія относительно культуры мукоровыхъ.
- ⁴⁾ Справ. de Bary, Ann. de sc. nat. Bot., IV sér., T. XX, pag. 32 и Beiträge zur Morph. u. Phys. der Pilze, Heft II, pag. 35.
- ⁵⁾ Brefeld, Schimmelpilze. Heft. II.
- ⁶⁾ Strasburger, Zellbild. u. Zellth. III Aufl., pag. 221.
- ⁷⁾ Brefeld, l. c. pag. 39.

XXIV. Упражнение.

Воспроизведеніе у грибовъ и лишайниковъ.

Въ маѣ и іюнѣ мѣсяцахъ на нижней поверхности листьевъ барбариса (*Berberis vulgaris*), часто встрѣчаются оранжеваго цвѣта бородавочки, которыя для невооруженнаго глаза представляются покрытыми мелкими точками. При разсматриваніи въ лупу, онѣ представляются въ видѣ подушечкообразныхъ, желтыхъ утолщеній, на которыхъ сидятъ маленькіе оранжевокрасные бокальчики. Соответственное мѣсто на верхней поверхности листа имѣетъ видъ красноватаго пятна съ желтою каемкою. При разсматриваніи въ лупу, большею частію замѣчаются на срединѣ такого пятна многочисленныя бурья, съ оранжево красною каемкою точкѣ. Подобныя одиночныя точки попадаются часто и по краямъ подушечекъ на нижней поверхности листа. Бокальчики на подушечкахъ нижней поверхности листа суть эцидіальныя плодики *Aecidium Berberidis*, а соответственныя точки на пятнѣхъ верхней поверхности листа или у краевъ подушечекъ нижней поверхности листа — относящіяся къ нимъ спермогоніи. Тѣ и другіе вмѣстѣ составляютъ первое поколѣніе принадлежащаго къ эцидіомицетамъ или *Uredineae* обыкновеннаго ржавчиннаго гриба — *Russinia graminis*, второе поколѣніе котораго развивается на нашихъ хлѣбахъ и другихъ злакахъ, вызывая у нихъ ржавчинную болѣзнь ¹⁾. — Изъ зараженнаго кусочка листа, вложеннаго въ бузинную сердцевину, дѣлаемъ тонкіе поперечные разрѣзы и разсматриваемъ ихъ сначала при слабомъ, а затѣмъ при болѣе сильномъ увеличеніи. Мы предпо-

лагаемъ, что у насъ имѣется для изслѣдованія свѣжій матеріалъ, но изслѣдованіе можетъ быть также произведено довольно удовлетворительно на размоченномъ матеріалѣ, и хорошо — на алкогольномъ матеріалѣ. Разрѣзъ, сдѣланный изъ свѣжаго листа, становится замѣчательно прозрачнымъ, если къ нему прибавить немного ѣдкаго кали. На незараженныхъ мѣстахъ листъ барбариса состоитъ, въ направленіи съ верху въ низъ, изъ: эпидермиса; одного слоя удлиненной палисадной паренхимы; около пяти рядовъ клѣточекъ рыхлой губчатой паренхимы; эпидермиса нижней стороны. Подушки ткани зараженныхъ участковъ имѣютъ толщину, болѣе чѣмъ въ двое превышающую толщину листа. Къ палисадному слою верхней поверхности, который нѣсколько болѣе удлинненъ, вообще же измѣненъ мало, примыкаетъ замкнутый участокъ ткани, который представляется болѣе или менѣе удлинненнымъ и въ перпендикулярномъ къ поверхности листа направленіи и который отличается отъ губчатой паренхимы соседнихъ частей листа слабымъ развитіемъ межклѣточныхъ пространствъ. Эпидермисъ обѣихъ поверхностей листа остается, въ отношеніи своей формы, не измѣненнымъ. Содержимое всѣхъ этихъ клѣточекъ разрушено и состоитъ частью изъ капель масла, частью изъ зеленовато-желтыхъ или красноватыхъ капель и зернистыхъ массъ, происшедшихъ изъ хлорофильныхъ зеренъ и клѣточной плазмы. Вся ткань подушечки представляетъ межклѣточные пространства, занятыя нѣжными, перегородчатыми, содержащими капельки масла, мѣстами развѣтвленными грибными гифами. Эти послѣднія доходятъ съ обѣихъ сторонъ до эпидермиса. Хлоръ-цинкъ-іодъ, равно какъ и іодъ и сѣрная кислота не окрашиваютъ ихъ въ синій цвѣтъ, такъ какъ грибной целлюлезъ вообще рѣдко обнаруживаетъ эту реакцію. Эпидидальные бокальчики, которые мы теперь имѣемъ передъ собою въ продольномъ разрѣзѣ, болѣе чѣмъ на половину погружены въ ткань подушечки. Легко убѣдиться, что гифы мицелія образуютъ подъ бокальчиками плотный, почти псевдопаренхиматическій слой, отъ котораго поднимаются перпендикулярно наружу и параллельно другъ другу многочисленныя, булавовидныя гифы, соединенныя между собою безъ промежутковъ и образующія такъ называемый гимений. Эти гифы, базидіи, переходятъ на своихъ концахъ въ прямые ряды споръ, которыя представляются возлѣ базидій безцвѣтными и, вълѣдствіе взаимнаго давленія, многогранными, но постепенно становятся оранжево-красными и округляются. Еще выше онѣ отдѣляются другъ отъ друга и выпадаютъ изъ открытаго плодика. Наблюденіе самыхъ молодыхъ споръ на базидіяхъ убѣждаетъ насъ въполнѣ, что послѣднія отдѣляются одна за другою посредствомъ поперечныхъ перегородокъ отъ продолжающей наростать верхушки базидіи. Однослойная стѣнка плода (перидій) состоитъ изъ весьма сходныхъ со спорами

кѣлочекъ, которыя однако остаются многогранными и не отдѣляются одна отъ другой. Ихъ красивыя, мелкопористыя стѣнки утолщены особенно значительно съ наружной стороны. Развивающійся перидій вытѣсняется и разрушаетъ окружающую его ткань подушечки, прорываетъ эпидермисъ и выступаетъ наружу. Преимущественно на верхней сторонѣ листа находящіяся, грушевидныя спермогоніи окружены, подобно эцидiallyнымъ плодикамъ, нѣсколько менѣе плотнымъ сплетеніемъ гифъ, отъ котораго къ срединной линіи органа идутъ густо скученныя, параллельныя нити. Эти нити очень тонки и тѣ изъ нихъ, которыя находятся въ верхней части органа, выступаютъ наружу въ видѣ нѣжныхъ пучковъ. Эти нѣжныя нити—стеригмы, онѣ отшнуровываютъ на своихъ концахъ чрезвычайно мелкія, шаровидныя кѣлочки, спермаціи, которыя выпораживаются изъ органа наружу въ видѣ слизистой массы. Стеригмы содержатъ оранжево-красныя капельки масла, вслѣдствіе чего и весь органъ, особенно въ своихъ наружныхъ частяхъ, отличается этимъ цвѣтомъ. Спермаціи не проростають, значеніе ихъ еще неизвѣстно; предполагали, что это мужскіе половые продукты и полагаали, что образованію эцидiallyнаго плодика предшествуетъ половой актъ. — Какъ уже было упомянуто, второе поколѣніе гриба живетъ на злакахъ. Онъ принадлежитъ къ «гетероэциальнымъ» паразитамъ, которые, въ отличіе отъ «аутоэциальныхъ» представляютъ чередованіе поколѣній, развивающихся на различныхъ питающихъ растеніяхъ. Доказать это удалось посредствомъ посѣва эцидiallyныхъ споръ на молодыхъ росткахъ злаковъ²⁾.

Форма *Russinia graminis*, называемая *Uredo*, попадаетъ въ природѣ слишкомъ часто, начиная съ половины іюня и до самой осени, на житѣ, пшеницѣ, ячменѣ, овсѣ, а также и на пырей (*Triticum repens*). Она занимаетъ преимущественно стебли и влагалища листьевъ зараженныхъ растеній. Ее легко узнать по узкимъ, ржавчиннаго цвѣта или бурымъ слоевищамъ, параллельнымъ нервамъ. На листовыхъ влагалищахъ и соломинахъ полоски эти достигаютъ длины въ нѣсколько сантиметровъ. Эпидермисъ питающаго растенія прорывается и приподнимается выступающими наружу спорами. Сначала появляются ржавчинно-красныя уредоспоры, къ которымъ постепенно присоединяются бурія телеутоспоры. Онѣ занимаютъ мѣсто уредоспоръ и наконецъ вполнѣ ихъ вытѣсняютъ, послѣ чего скопленіе становится темно-бурымъ, почти чернымъ. Къ концу лѣта встрѣчаются только однѣ телеутоспоры. — Если нѣтъ подъ рукою свѣжаго матеріала, то для изслѣдованія могутъ служить растенія, сохраняемыя въ алкохолѣ, и даже засушенные. Сдѣлаемъ сначала поперечный разрѣзъ изъ соломины овса, зараженной ржавчинно-краснымъ *Uredo*. На поперечномъ разрѣзѣ легко

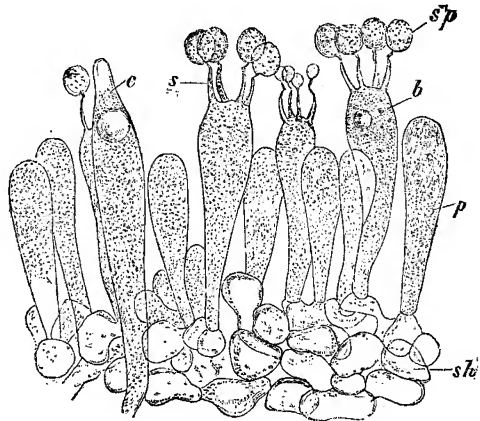
констатировать, что гифы гриба пронизывают только известныя ткани питающаго растенія, именно хлорофиллоносныя, рыхлая полосы тканей, которые чередуются на периферіи стебля съ склерехиматически утолщенными и которыя покрыты эпидермисомъ, имѣющимъ дыхательныя устья. Здѣсь клѣтки густо оплетены гифами и содержимое ихъ разрушено. Мы видимъ, что въ тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ разрѣзъ прошелъ чрезъ слоевище, отъ мицелія отходятъ многочисленныя короткія и вѣвныя, наружу направляющіяся вѣтки, которыя отщипываютъ на своемъ вздутомъ концѣ одноклѣтную спору — уредоспору. Эпидермисъ разорванъ, края его приподняты. Споры представляютъ различныя степени развитія. Зрѣлыя имѣютъ продолговато-овальную форму и, при достаточно сильномъ увеличеніи, въ оболочкѣ ихъ можно различать два слоя. Внѣшній слой, болѣе темнаго бураго цвѣта, покрытъ многочисленными мелкими отросточками; внутренній, менѣе темный, снабженъ обыкновенно четырьмя порами, расположенными по экватору. Содержимое споры зернистое, во внутреннихъ частяхъ яркаго оранжево-краснаго цвѣта.

Поперечныя разрѣзы соломины, несущей слоевища съ темно-бурными телеутоспорами, представляютъ такую же картину распредѣленія гифъ, какую мы видѣли раньше. Телеутоспоры развиваются на такихъ ножкахъ, какъ и уредоспоры, но только ножки ихъ имѣютъ болѣе толстыя стѣнки. Телеутоспоры двух-клѣтны. Обѣ клѣтки вѣствъ составляютъ обратнойцевидное тѣло, которое на обоихъ концахъ нѣсколько заостряется. Оболочка споры темно-бураго цвѣта. Растенія, послѣдующія въ теченіи лѣта, могутъ имѣть на своемъ слоевищѣ одновременно и уредо- и телеутоспоры.

Въ дополненіе замѣтимъ, что эти телеутоспоры перезимовываютъ и становятся способными къ дальнѣйшему развитію только слѣдующей весною. Каждая изъ двухъ клѣточекъ производитъ нѣжный ростокъ, такъ называемый промицелій, который раздѣляется на нѣсколько клѣточекъ, дающихъ короткіе отростки, производящіе на своей верхушкѣ почковидныя «споридіи». Эти послѣднія могутъ заражать только листья барбариса; если споридія попала на такой достаточно молодой листъ, то ея ростокъ проникаетъ чрезъ наружную стѣнку эпидермиса прямо внутрь питающаго растенія. Мы видимъ такимъ образомъ, что путь черезъ дыхательныя устья, которому слѣдуютъ ростки эцидіоспоръ и уредоспоръ, не есть единственный, что зараженіе можетъ происходить и другимъ путемъ.

Чтобы познакомиться съ строеніемъ гименія гименомицетовъ³⁾, лучше всего взять одинъ изъ многочисленныхъ видовъ мухомора (*Amanita*), шампиньона (*Psalliota*) или сыроѣжки (*Russula*). Мы избираемъ здѣсь для описанія сыроѣжку, такъ какъ она

имѣть и цистиды, о которыхъ необходимо будетъ упомянуть.--- Шляпка гриба представляетъ на нижней сторонѣ радіально расположенныя пластинки, на нихъ находится гименій. Вырѣзываемъ кусокъ шляпки параллельно направленію пластинокъ и дѣлаемъ изъ него перпендикулярные къ пластинкамъ поперечные разрѣзы, которые должны быть на сколько только возможно тонкими. Весь разрѣзъ выглядитъ въ видѣ гребешка, въ которомъ перерѣзанныя пластинки соответствуютъ зубьямъ. При слабомъ увеличеніи видно, что гифы переходятъ изъ шляпки въ пластинки, идутъ въ нихъ вдоль ихъ средины и, вѣтвясь все болѣе и болѣе, даютъ вѣтви, которые косвенно отгибаются къ бокамъ пластинки и въ свою очередь вѣтвятся. Часть этихъ вѣтокъ расширяется булабовидно и заканчивается слѣпо. Большая часть ихъ тонка и образуетъ, снаружи булабовидныхъ вѣтокъ, плотный слой ткани, состоящій изъ короткихъ, кругловатыхъ члениковъ и называемый субгименіальнымъ слоемъ. Онъ отличается болѣе или менѣе рѣзко отъ внутренней массы ткани въ пластинкѣ, отъ «трамы». Булабовидно расширенныя клѣточки трамы служатъ, вѣроятно, для придачи ей большей упругости. Отъ субгименіальной ткани отходятъ базидіи и парафизы (фиг. 90). Онѣ параллельны другъ другу, сидятъ перпендикулярно на бокахъ пластинокъ и составляютъ гименій. Базидіи (*b*) имѣютъ булабовидную форму. Ихъ нѣсколько плоская верхушка производитъ четыре равномѣрно расположенныя вѣтки — стеригмы (*c*). Послѣднія постепенно вырастаютъ на своихъ концахъ въ эллипсоидальныя споры — базидіоспоры (*sp*). Въ большинствѣ случаевъ, даже и по достиженіи полной величины, базидіоспоры имѣютъ гладкую оболочку, но у нѣкоторыхъ видовъ *Russula* (срав. фиг. 90) поверхность споры покрыта короткими иглами. Позже споры отдѣляются отъ стеригмы перегородкою и, наконецъ, опадаютъ. Ограниченіе перегородкою и отпаденіе происходитъ немного ниже расширенія споры, въ томъ мѣстѣ, въ которомъ стеригма обнару-



Фиг. 90. *Russula rubra*. Часть гименія. *sh*—субгименіальный слой; *b*—базидіи; *c*—стеригмы; *sp*—споры; *p*—парафизы; *c*—цистидъ.

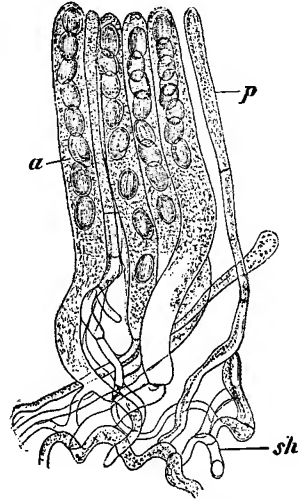
Увел. 540.

живаешь не большой изгибъ. Такимъ образомъ, отброшенная спора снабжена короткою ножкою. Меньшія базидіи, остающіяся безплодными, представляютъ собою парафизы (*p*). Во всѣхъ описанныхъ до сихъ поръ отношеніяхъ съ сыроѣжкой сходны и мухоморы, и шампиньоны. Но у сыроѣжки между базидіями и парафизами встрѣчаются еще одиночныя «цистиды», образованія такой же величины, какъ и базидіи, которыя своимъ заостреннымъ концомъ нѣсколько выдаются надъ поверхностію гименія, а стуженнымъ основаніемъ проходятъ чрезъ субгименіальную ткань, представляясь непосредственными вѣтками срединныхъ элементовъ трамы. Всѣ выше названные элементы отдѣлены у своего основанія перегородкою, наполнены мелкозернистою плазмою и содержатъ, нерѣдко, отдѣльныя капли масла.

Чтобы познакомиться со строеніемъ высокоразвитаго гименомицета, лучше всего обратиться къ съѣдобному сморчку, *Morchella esculenta*. Для изслѣдованія могутъ быть употреблены даже высушенные экземпляры, которые необходимо предварительно размочить. Конечно, свѣжее должно предпочесть. Всѣмъ извѣстный сморчокъ имѣетъ неправильной яйцевидной формы плодоносецъ, снабженный ножкою. Внутри плодоносца находится простая полость, а верхняя, расширенная часть его покрыта глубокими складками. Углубленныя площадки или камеры покрыты гименіальною тканью, между тѣмъ какъ на выдающихся, наружу выставленныхъ ребрахъ подобная ткань не развивается. Соответственные разрѣзы, которые должны быть сдѣланы перпендикулярно къ поверхности какой нибудь камеры, получаются очень легко. Гименій состоитъ изъ приблизительно параллельныхъ споровыхъ мѣшковъ (*asci*) и соковыхъ нитей (парафизъ) (фиг. 91). Мѣшки (*a*) имѣютъ почти цилиндрическую форму и содержатъ въ своей верхней части восемь сближенныхъ, эллипсоидальныхъ, одноклѣтвыхъ споръ. Кромѣ споръ, въ аскусѣ находится еще частію сильно преломляющая свѣтъ эпплазма. Парафизы представляются въ видѣ буроватыхъ, кверху нѣсколько утолщающихся, перегородчатыхъ нитей; верхняя клѣточка ихъ отличается особенно значительно длиною. Онѣ короче аскусовъ. Аскусы и парафизы представляютъ собою концы гифъ, выходящихъ изъ густаго и плоскаго слоя субгименіальной ткани. Этотъ послѣдній слой лежитъ на болѣе рыхломъ, внутреннемъ сплетеніи гифъ плодоносца. Растворъ іода въ іодистомъ кали окрашиваетъ эпплазму аскусовъ въ красно-бурый цвѣтъ. Эта реакція характерна для эпплазмы, а въ новѣйшее время было показано, что это реакція гликогена ⁴⁾. Характеристическія свойства этой реакціи обнаруживаются при нагреваніи. Къ лежащему въ водѣ препарату, окрашенному растворомъ іода въ іодистомъ кали, прибавляютъ еще воды, но не слишкомъ много, чтобы не обезцвѣтить препаратъ, затѣмъ осторож-

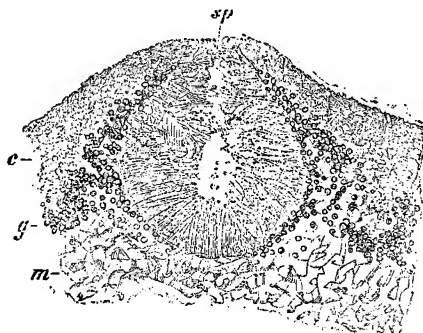
но нагреваютъ, не доводя до температуры кипѣнія, и смотрятъ надъ блѣю бумагою, не сдѣлалась ли окраска свѣтлѣе; и если это произошло, то препаратъ быстро охлаждають, причемъ снова возобновляется болѣе темная окраска, что на большихъ препаратахъ замѣтно уже и для невооруженнаго глаза ³⁾. При помощи окрашивания посредствомъ раствора іода въ іодистомъ кали удается иногда прослѣдить основаніе аскусовъ довольно глубоко въ субгименіальной ткани. Одновременно содержимое споръ, паразитъ, субгименіальной ткани и тканей внутри плодоносца окрашивается въ желтый или желто-бурый цвѣтъ.

Грибы слоевища лишайниковъ, за весьма рѣдкими исключеніями, принадлежатъ къ аскомицетамъ. Уже извѣстная намъ *Anartychia ciliaria*, даетъ обильное плононошеніе. Апотеція имѣютъ блюдцеобразную форму и покровъ, развивающійся изъ слоевища. Подъ апотеціемъ это послѣднее сужается въ подобіе ножки. Поперечный разрѣзъ этой ножки обнаруживаетъ радіальное строеніе, равномерной толщины кору и слѣдующій за нимъ равномерный гонидіальный слой, расположенный по всей окружности. Внутренняя часть ножки занята сердцевинной, которая состоитъ изъ болѣе рыхлаго сплетенія гифъ.—Сдѣлаемъ теперь срединно-продольные разрѣзы апотеція. Послѣдніе представляютъ намъ покровъ (*Gehäuse*), образуемый тканью слоевища. Гонидіальный слой достигаетъ до самого края, который выростае мѣстами въ рѣсничные отростки. Ножка апотеція расширяется блюдцеобразно, чтобы воспринять гименій, лежащій на его сердцевинной ткани. Гименій отличается нѣсколько буроватою окраскою. Онъ состоитъ изъ весьма многочисленныхъ, длинныхъ, чрезвычайно узкихъ, перегородчатыхъ нитей—парафизъ; между ними находятся гораздо менѣе многочисленные булавовидные мѣшечки — аски. Послѣдніе бываютъ всегда различнаго возраста, въ иныхъ находится восемь споръ, съ бурыми стѣнками. Споры эти имѣютъ эллипсоидальную форму, двухкѣлты, съ слабымъ пережимомъ на границѣ двухъ кѣлочекъ. Парафизы, равно какъ и аски, отходятъ отъ одинаковой съ ними окраски нитчатого, горизонтально простирающагося, незначительной толщины слоя, который различаютъ подъ именемъ субгименіальнаго. Этотъ послѣдній лежитъ уже на сердцевинной



Фиг. 91. Часть гименія изъ *Morchella esculenta*. *a* — аски; *p* — парафизы; *sh* — субгименіальная ткань.
Увел. 240.

ткани ножки, отъ которой онъ отличается своею бурюю окраскою и отсутствіемъ воздухоносныхъ пространствъ. Въ то время какъ гифы слоевища, какъ мы видѣли, не обнаруживаютъ синей окраски даже отъ дѣйствія хлоръ-цинкѣ іода, гименіальная ткань окрашивается въ темносиній цвѣтъ уже отъ прибавленія небольшого количества раствора іода въ іодистомъ кали. Стѣнки гименіальныхъ элементовъ состоятъ изъ особаго видоизмѣненія целлюлеза, которое отличаютъ подъ именемъ крахмального целлюлеза. — Если слоевище *Apertychia ciliaris* разсматривать въ лупу, то въ нѣкоторыхъ его мѣстахъ замѣчаются одиночныя или расположенныя группами бородавкообразныя выпуклины. Если изъ такихъ мѣстъ сдѣлать большое число нѣжныхъ поперечныхъ разрѣзовъ, то удастся, конечно, сдѣлать разрѣзъ и такой выпуклины (фиг. 92). Она представится въ такомъ случаѣ въ видѣ яйцевиднаго, погруженнаго въ слоевище и открывающагося наружу отверстіемъ образованія, которое мы должны признать спермогоніемъ. Оно занимаетъ почти всю толщу слоевища, окружено съ боковъ гонидіальнымъ слоемъ и состоитъ внутри изъ нѣжныхъ, короткочленныхъ, почти радіальныхъ, одиночныхъ или расположенныхъ пучками нитей, стеригмъ (срав. фигуру). Продольная ось органа занята цилиндрическою полостью, въ которой скопляются палочковидныя спермаціи, отдѣляемыя концами стеригмъ. Черезъ верхнее отверстіе спермогонія спермаціи могутъ затѣмъ выйти наружу. Было доказано, что у *Collema* сеае спермаціи являются мужскимъ половымъ продуктомъ⁶⁾, у другихъ-же лишайниковъ значеніе ихъ еще неизвѣстно.



Фиг. 92. Поперечный разрѣзъ изъ слоевища *Apertychia ciliaris*, прошедшій черезъ средину спермогонія *sp*; *c* коровый слой, *m* сердцевинный слой, *g* гонидіальный слой слоевища. Увелич. 90.

видныя спермаціи, отдѣляемыя концами стеригмъ. Черезъ верхнее отверстіе спермогонія спермаціи могутъ затѣмъ выйти наружу. Было доказано, что у *Collema* сеае спермаціи являются мужскимъ половымъ продуктомъ⁶⁾, у другихъ-же лишайниковъ значеніе ихъ еще неизвѣстно.

Примѣчаніе къ XXIV-му упражненію.

¹⁾ Срав. de Bary, Monatsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Berlin für das Jahr. 1865, pag. 15. Kny, Bot. Wandtafeln. pag. 68. Frank., die Krankh. d. Pfl. pag. 454.

²⁾ de Bary, Monatsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin für das Jahr 1866, pag. 206.

^{*)} Срав. de Bary: Morph. u. Phys. der Pilze, pag. 112; Goebel, Grundzüge, pag. 143. Въ обоихъ сочиненіяхъ указана прочая литература.

^{*)} Leo Errera, L'épипlasme des Ascomycètes 1883. Здѣсь и литература относительно эпиплазмы.

^{*)} l. c. pag. 45.

^{*)} Stahl, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten, Heft II, 1877.

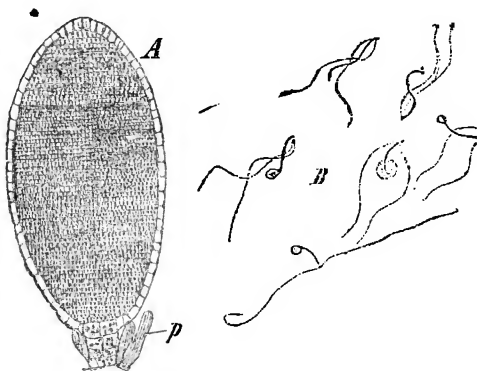
XXV. Упражнение.

Воспроизведение у мховъ.

Извѣстная уже намъ *Marchantia polymorpha*, принадлежащая къ группѣ печеночныхъ мховъ, быстро размножается вегетативнымъ способомъ, посредствомъ своихъ выводковыхъ почекъ. Последнія вообще весьма распространены у печеночниковъ, но у только что названнаго онѣ являются въ наиболѣе характерной формѣ. Выводковыя почки развиваются на спинной сторонѣ слоевища въ чашкообразныхъ выстилипахъ. Срединно-продольный разрѣзъ подобной чашечки, проведенный параллельно длинной оси несущаго ее побѣга, показываетъ, что она кверху сначала нѣсколько суживается, а затѣмъ сразу расширяется, образуя вышній край. Ткань, образующая воздушныя полости, простирается во вѣтшнюю стѣнку чашечки, достигая нѣсколько выше начала наружнаго расширения. Дно чашечки занято одноклѣтными булабовидными волосками, оболочки которыхъ разбухаютъ въ слизь. Между булабовидными волосками изрѣдка попадаются и двуклѣтные ¹⁾, а также и такіе, которыхъ верхняя клѣточка раздѣлилась въ поперечномъ направленіи еще разъ. Нижняя клѣточка не дѣлится и составляетъ ножку; клѣточки, происходящія изъ верхней, вскорѣ раздѣляются продольно. Число клѣточекъ въ зачаткахъ постепенно увеличивается, поверхность последнихъ дѣлается больше и они становятся по срединѣ многослойными. Другіе зачатки въ тоже время уже достигли своего окончательнаго, бисквитообразнаго состоянія. Ихъ одноклѣтная ножка легко разрывается. Отдѣленіе выводковыхъ почекъ и ихъ выпораживание изъ чашечки происходитъ при помощи сильно разбухающей слизи, производимой одноклѣтными булабовидными волосками на днѣ чашечки. На днѣ обоихъ боковыхъ выемокъ бисквитообразной выводковой почки находится по одной точкѣ роста, прикрытой короткими волосками. Клѣточки выводковой почки богаты содержаніемъ хлорофилла, но на обоихъ поверхностяхъ замѣчаются и большія, безхлорофильныя клѣточки, которыя распола-

гаются ближе къ срединѣ, но вообще безъ всякаго опредѣленнаго порядка. Нѣкоторыя клѣтки, лежащія близъ края, содержатъ маслянистыя тѣла. Большія, безхлорофильныя клѣтки, это именно тѣ, изъ которыхъ, черезъ одинъ или два дня послѣ высѣванія выводковыхъ почекъ, развиваются корневые волоски, при томъ именно на затѣненной сторонѣ, между тѣмъ какъ освѣщенная-сторона становится морфологически верхнею ²⁾).

Половые органы маршанциевыхъ располагаются въ особыхъ вмѣстилищахъ (receptacula), которые мы рассмотримъ у той-же *Marchantia polymorpha* ³⁾. Мужскія и женскія вмѣстилища легко различаются, такъ какъ первыя представляютъ цитовидныя, вторыя — зонтиковидныя образованія. Органы различнаго пола распредѣляются на различныхъ растенищахъ; вмѣстилища, вмѣстѣ съ ихъ ножками, представляютъ собою видоизмѣненныя вѣтви. Заключивъ въ бузинную сердцевину, дѣлаемъ нѣжные продольные разрѣзы женскаго вмѣстилища и видимъ, что верхняя его поверхность имѣетъ такое же строеніе, какъ и спинная сторона слоевища, и что, равнымъ образомъ, нижняя его сторона соответствуетъ брюшной сторонѣ слоевища и снабжена ризоидами и чешуйками. Но на верхней сторонѣ, въ особыхъ полостяхъ, помѣщаются антеридіи (фиг. 93, А). На удачныхъ разрѣзахъ убѣждаемся, что въ каждой полости находится только одинъ антеридій съ нѣсколькими короткими, одноклѣтными паразитами (р); полость замыкается, оставляя надъ антеридіемъ узкій каналъ. Антеридій представляетъ сидящее на короткой ножкѣ овальное тѣло, имѣющее однослойную, содержащую хлорофиллъ стѣнку. Специальныя материнскія клѣтки сперматозоидовъ образуются вслѣдствіе повторенныхъ дѣленій по двумъ пересѣкающимся подъ прямымъ угломъ направленіямъ, вслѣдствіе чего даже въ почти зрѣломъ антеридіѣ онѣ расположены прямолинейными поперечными и продольными рядами (срав. фигуру). Незадолго до наступленія зрѣлости антеридія, специальныя материнскія клѣтки сперматозоидовъ, округляясь, разъединяются, стѣнка антеридія прорывается на вершинѣ и маленькія, круглыя клѣтки выхо-

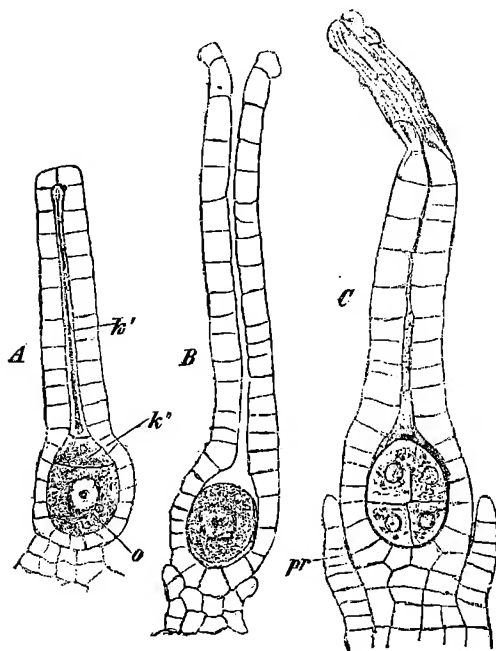


Фиг. 93. *Marchantia polymorpha*. А почти зрѣлый антеридій въ оптическомъ разрѣзѣ, р паразиты. В сперматозоиды, фиксированные 1% осміевою кислотою. А увел. 90, В 600 разъ.

дять наружу. Если помѣстить каплю воды на верхнюю поверхность взрослой шляпки, то увидимъ, что вода быстро распространится по всей ея поверхности и дѣлается молочно-бѣлою. Исслѣдованіе этой воды при сильномъ увеличеніи обнаруживаетъ въ ней множество сперматозоидальныхъ клѣточекъ. Они лежатъ нѣкоторое время покойно, причемъ оболочка клѣточки разбухаетъ, наконецъ прорывается и сперматозоидъ выходитъ въ окружающую воду. Сперматозоиды сравнительно весьма малы, имѣютъ нитевидное тѣло и двѣ длинныя рѣсницы, къ заднему концу прикрѣпленъ пузырекъ, который они теряютъ во время плаванія. Чтобы ихъ ясно видѣть, къ препарату прибавляютъ каплю 1% осмиевой кислоты, послѣ чего прекрасно фиксированный образованіи удобно изучать (фиг. 93, B). Такого же результата достигаетсяъ, прибавляя немного раствора іода въ іодистомъ кали.

Женское вѣстилище, подобно мужскому, образуетъ радіально распростертое соцвѣтіе, и обыкновенно бываетъ именно девять лучей, между которыми прикрѣпляется, съ нижней стороны вѣстилища, восемь рядовъ архегоніевъ. Въ сравненіи съ мужскимъ вѣстилищемъ, здѣсь замѣчательно то отличие, что половые органы располагаются на нижней сторонѣ, но это явленіе находится въ связи съ весьма раннимъ перемѣщеніемъ точекъ возрастанія на нижнюю сторону вѣстилища. Подъ препарирнымъ микроскопомъ можно убѣдиться въ томъ, что каждый рядъ архегоніевъ окруженъ общимъ, однослойнымъ покрываломъ съ бахромчатымъ краемъ. Дѣлаемъ между большимъ и указательнымъ пальцами нѣжныя продольныя разрѣзы изъ сравнительно молодого вѣстилища и безъ труда находимъ на нѣкоторыхъ изъ нихъ женскіе половые органы, архегоніи. Самые старые помѣщаются у края, послѣдовательно болѣе молодые — все ближе и ближе къ ножкѣ. Первые, т. е. созрѣвающие архегоніи, имѣютъ шейку, которая загибается около края пластинки вверхъ, слѣдующіе направляются прямо книзу. Въ приблизительно зрѣломъ архегоніѣ (фиг. 94, A) можно различать короткую ножку, брюшную часть и шейку. Стѣнка брюшной части, какъ и на ножкѣ, однослойна. Центральная клѣточка брюшной части заполнена яйцомъ и брюшнотканальчиковою клѣточкою, которая отдѣляется отъ яйца незадолго до созрѣванія. Въ яйцѣ легко можно видѣть клѣточное ядро. Вдоль шейки проходитъ каналъ шейки, происшедшій изъ четырехъ, въ одинъ рядъ расположенныхъ, шейкотканальчиковыхъ клѣточекъ, поперечныя стѣнки которыхъ растворяются. Дезорганизованное содержимое четырехъ шейкотканальчиковыхъ сливается въ одно цѣлое. — Между архегоніями замѣчаются многочисленные, мелкія, листовидныя чешуйки, отходящія отъ вѣстилища. Равнымъ образомъ на многихъ препаратахъ можно видѣть

однослойную поверхность бахромчатого покрывала, защищающего цѣлый ряд архегоніевъ. Во многихъ клѣточкахъ покрывала лежатъ маслянистыя тѣла.



Фиг. 94. *Marchantia polymorpha*. А молодой, В открытый архегоній; С оплодотворенный архегоній, въ которомъ началось развитие зародыша. *k'* шейнокальчиковая клѣточка; *k''* брюшнокальчиковая клѣточка; *o* яйцо; *pr* *Peculiarium*. Увел. 540.

клѣточекъ выступаетъ наружу, за нимъ слѣдуетъ содержимое брюшнокальчиковой клѣточки. Гомогенная часть этого содержимаго состоитъ изъ сильно разбухающей слизи, которая распускается въ окружающей водѣ, зернистыя массы содержимаго лежатъ въ окружающей водѣ и медленно разрушаются. Вслѣдъ за опорожніваніемъ брюшнокальчиковой клѣточки округляется яйцо въ центральной клѣточкѣ брюшной части (фиг. 94, В). У его передняго края часто, но не всегда, можно бываетъ видѣть болѣе свѣтлое мѣсто, воспріимлющее пятно. У этого растенія можно легко наблюдать и проникновеніе сперматозоидовъ въ каналъ шейки. Съ этою цѣлью къ препарату прибавляютъ вмѣсто чистой воды такую, которая предварительно была нѣкоторое время на зрѣломъ мужскомъ вѣстилицѣ. Сперматозоиды соби-

Сравнительно легко наблюдать непосредственно подъ микроскопомъ открываніе архегонія. Быстро изготовляютъ продольные разрѣзы женскаго соцвѣтія, еще сидящаго на короткой ножкѣ, кладутъ ихъ сухими подъ покровное стеклышко и разсматриваютъ подъ микроскопомъ. Если пайдентъ архегоній, который можно признать созрѣвшимъ, то, продолжая наблюдать, пускаютъ каплю воды подъ край покровнаго стеклышка. Когда вода достигнетъ архегонія, послѣдній открывается почти немедленно. Причина открыванія заключается въ сильномъ разбуханіи содержимаго, находящагося въ каналѣ шейки. Клѣточки шейки разступаются на вершинѣ шейки. Содержимое шейнокальчиковыхъ

раются вскорѣ въ выделяемой архегоніемъ слизи и можно видѣть ихъ прохожденіе въ шейку, гдѣ они становятся незамѣтными. Архегоній выделяетъ вещество, которое оказываетъ на сперматозоиды химическое раздраженіе и обуславливаетъ направление ихъ движенія. Такимъ образомъ они попадаютъ въ слизь, вышедшую изъ архегонія, въ которой медленно подвигаются по направленію къ отверстию шейки. — Интересно констатировать, что въ неоплодотворенномъ архегоніѣ шейка не замыкается, но, оставаясь въ такомъ состояніи, медленно погибаетъ. Напротивъ, если къ препарату прибавлена вода, содержащая сперматозоиды и произошло оплодотвореніе яйца, то шейка замыкается, суживалась въ направленіи съверху въ низъ, уже по прошествіи немногихъ часовъ. Черезъ 24 часа легко замѣтить на оплодотворенномъ яйцѣ присутствіе целлюлезной оболочки. Въ послѣдующіе затѣмъ дни толщина этой целлюлезной оболочки еще возрастаетъ.

Оплодотворенные архегоніи, попадающіеся на продольныхъ разрѣзахъ, представляютъ сморщенную и побурѣвшую шейку, между тѣмъ какъ яйцо подѣлилось (фиг. 94, С). Вокругъ основанія архегонія, изъ его ножки, начинается развиваться бокальчатый покровъ (*pr*), такъ называемый околоцѣвтникъ (*Perianthium*). Вскорѣ онъ покрываетъ весь утолтившійся архегоній. На продольныхъ разрѣзахъ такихъ вмѣстилищъ, у которыхъ лучи приподнялись уже въ верхъ, можно видѣть яркозеленые, утолщенные архегоніи, сидящіе своимъ соотвѣтственно расширившимся основаніемъ на поверхности вмѣстителя и несущіе на своей вершинѣ остатокъ шейки. — Изъ оплодотвореннаго яйца постепенно развивается спорогоній, который мы наконецъ обнаруживаемъ на продольныхъ разрѣзахъ, сдѣланныхъ изъ еще болѣе старыхъ вмѣстилищъ. Эти спорогоніи представляютъ овальную, желтовато-зеленую коробочку, сидящую на короткой ножкѣ. Стѣнка этой коробочки однослойна, и если ее расправить иглами и разсмотрѣть при болѣе сильномъ увеличеніи, то замѣчаются характерныя кольчатые утолщенія вообще въ тонкостѣнныхъ клѣточкахъ. Споры, вмѣющія желтыя стѣнки, покрыты мелкими точками. Между спорами лежатъ узкія, длинныя, на концахъ заостренныя клѣточки, на стѣнкахъ которыхъ находятся двѣ бурныя спиральныя ленты; это пружинки или элятеры. Внутренность коробочки наполнена исключительно спорами и элятерами. На открывшихся уже коробочкахъ убѣждаемся, что ихъ открываніе происходитъ на вершинѣ, посредствомъ многихъ назадъ отгибающихся зубцовъ. Элятеры отличаются сильною гигроскопичностію, изгибаются въ различныхъ направленіяхъ при измѣненіяхъ влажности атмосферы и, такимъ образомъ, способствуютъ разсѣванію споръ. — Половые органы помѣщаются на особыхъ вмѣстителяхъ не у всѣхъ маршанці-

евыхъ, у другихъ же печеночниковъ вмѣстилищъ совершенно не бываетъ. Зато у этихъ послѣднихъ часто случается, что ножка спорогонія сильно вытягивается и, высоко приподнятая коробочку со спорами, способствуетъ разсѣванію споръ,

Антеридіи листовныхъ мховъ лучше всего изслѣдовать у такого рода, который имѣетъ характернаго вида мужскіе «цвѣты». Возьмемъ представителя рода *Mnium*, напр. повсемѣстно распространенный *Mnium hornum*, который весьма сильно «цвѣтеть» въ маѣ, и въ одно и тоже время доставляетъ для изслѣдованія и женскіе «цвѣты», и спорогоніи. Мужскіе цвѣты, конечно, гораздо характернѣ женскихъ, которые часто приходится долго искать. Мужскіе цвѣты темнозеленные, въ видѣ кружка, окруженнаго розеткою листьевъ, называемыхъ покровными или перигоніальными листьями. По направленію къ срединѣ цвѣтка величина этихъ листьевъ быстро уменьшается. Въ пазухахъ внѣшнихъ, но преимущественно внутреннихъ покровныхъ листьевъ находятся многочисленные антеридіи и паразиты, покрывающіе также и всю верхушку осп. Это легко обнаруживается на срединно-продольныхъ разрѣзахъ цвѣтовъ, которые лучше всего дѣлать между пальцами, направляя верхушку цвѣтка при рѣзаніи книзу. На такихъ продольныхъ разрѣзахъ видно, что цвѣточная ось, въ мѣстахъ прикрѣпленія половыхъ органовъ, представляетъ цвѣтоложеобразное расширеніе, по срединѣ даже нѣсколько углубленное. Центральный проводящій пучокъ, свойственный видамъ *Mnium*, соответственно расширяется и заканчивается въ хлорофиллоносной ткани, которая распределена подъ цвѣтоложемъ. Антеридіи и паразиты можно сейчасъ же узнать и строеніе ихъ легко разсмотрѣть. Антеридіи представляютъ собою булабовидный, къ обоимъ концамъ нѣсколько утончающійся, сидящій на короткихъ ножкахъ тѣла. Кѣлочки ихъ стѣнокъ содержатъ многочисленные хлорофильныя зерна. Тамъ, гдѣ разрѣзъ вскрылъ антеридій, видно, что стѣнка его однослойна. Внутренняя часть состоитъ изъ маленькихъ, безцвѣтныхъ кѣлочекъ, стѣнки которыхъ на болѣе молодыхъ стадіяхъ развитія ясно обнаруживаютъ прямоугольное пересѣченіе. Выступающее наружу содержимое болѣе старыхъ, вскрытыхъ разрывомъ антеридіевъ, представляется состоящимъ изъ округленныхъ, но еще склеенныхъ между собою кѣлочекъ, сперматозоидальныхъ кѣлочекъ, въ которыхъ часто уже можно бываетъ различать нитевидное тѣло сперматозоида. Хлорофильныя зерна антеридіевъ, съ сдвѣвающей верхушкой, получаютъ буроватый оттѣнокъ. Опорожненные антеридіи открыты на верхушкѣ. Паразиты представляются намъ въ видѣ простыхъ, состоящихъ изъ кѣлочекъ нитей, кѣлочки которыхъ по направленію къ верху постепенно увеличиваются, а затѣмъ опять (по крайней мѣрѣ самая верхняя) уменьшаются, причемъ верх-

няя клѣточка всегда бываетъ заостренною. Въ нижнихъ частяхъ парафизъ, иногда и значительно выше, стѣнки клѣточекъ имѣютъ бурю окраску; клѣточки содержатъ хлорофиллъ. Поперечные разрѣзы нижнихъ частей цвѣтка обнаруживаютъ весьма хорошо распредѣленіе антеридіевъ, ихъ отношеніе къ покровнымъ листьямъ и парафизамъ и даютъ въ тоже время многочисленные поперечные разрѣзы антеридіевъ.

Окрашенные въ красный цвѣтъ и тоже въ маѣ находимые, мужскіе цвѣты видоизмѣненіемъ *Polytrichum* еще характернѣе мужскихъ цвѣтовъ *Mnium*. Для изслѣдованія избираемъ *Polytrichum juniperinum*. Наружные покровные листья, образующіе околоцвѣтникъ, отличаются отъ обыкновенныхъ листьевъ кромѣ окраски, еще и тѣмъ, что ихъ однослойная влагалищная часть доходитъ до самой верхушки листа. Образование зеленыхъ пластинокъ, характерныхъ для *Polytrichum*, свойственно только самой верхней части листа и ограничивается почти исключительно нервами. На быстро уменьшающихся, занимающихъ средину цвѣтка, красно-бурыхъ покровныхъ листьяхъ зеленія пластинки развиваются только на самыхъ кончикахъ, которые круто отогнуты наружу. Такимъ образомъ листъ оказывается редуцированнымъ до такой степени, что состоитъ почти изъ одной только влагалищной части. Антеридіи и парафизы находятся въ пазухахъ покровныхъ листьевъ. Срединна цвѣтка занята вегетативною почкою, въ которую продолжается центральный пучокъ стебелька. Вслѣдствіе этого позднѣе происходитъ проростаніе мужского цвѣтка, нормальное для *Polytrichum*. Антеридіи имѣютъ такое строеніе, какъ и у *Mnium*. Парафизы, нижняя часть которыхъ представляется въ видѣ длинной клѣтчатой нити, расширяются на вершинѣ въ лопаткообразную, однослойную клѣтчатую плоскость. Если мужской цвѣтокъ сдавить немного между пальцами, то содержимое антеридіевъ выступаетъ въ видѣ молочной слизи, которая ясно видна на красномъ фонѣ.

Женскіе цвѣтки *Mnium hornum* далеко не такъ характерны, какъ мужскіе, и ихъ часто приходится долго искать. Растеньица съ такими цвѣтами гораздо ниже мужскихъ и имѣютъ болѣе темные листья. Верхніе листья смыкаются почкообразно и защищаютъ женскіе половые органы, архегоніи. Верхушка цвѣточной оси, какъ показываетъ срединно-продольный разрѣзъ, хотя довольно значительно расширена, но сильно притуплена, изъ чего мы можемъ заключить, что имѣемъ дѣло съ женскимъ цвѣткомъ, хотя бы намъ и не удалось сразу отыскать архегоніи. Центральный проводящій пучокъ стебелька подъ цвѣтложемъ нѣсколько утолщается и заканчивается, какъ и подъ мужскимъ цвѣткомъ, въ хлорофиллоносной ткани. Покровныя листья, образующіе женскій перигонъ (называемый также *Perigynium*,

а въ гермафродитныхъ цвѣтахъ — *Perigamium*), уменьшаются по направленію къ срединѣ цвѣтка, сохраняя характеръ листьевъ; верхушка цвѣтка занята только немногими архегоніями, такъ что нужно сдѣлать настоящій срединный разрѣзъ, чтобы ихъ обнаружить. Архегоніи въ существенныхъ чертахъ построены также, какъ и у печеночныхъ мховъ, но ножка ихъ развита гораздо сильнѣе, книзу только немного суживается и составляетъ главную массу нижней половины архегоніи. Яйцо представляется поэтому относительно малымъ. Его надо искать у самаго начала шейки, которая только немного уже брюшной части. Вслѣдствіе содержанія хлорофилла въ клѣточкахъ, архегоній мало прозрачны, поэтому яйцо и канальчиковыя клѣточки шейки обнаруживаются большею частію только послѣ прибавленія йодкаго кали. Въ пазухахъ покровныхъ листьевъ находятся многочисленныя парафизы. Онѣ состоятъ изъ ряда короткихъ, къверху немного увеличивающихся клѣточекъ. Самыя нижнія клѣточки этихъ парафизъ бываютъ часто бураго цвѣта.

Займемся теперь изученіемъ спорогонія того-же *Mnium hornum*. Спорогоній, такъ называемый плодъ мха, состоитъ изъ ножки (*seta*) и коробочки. Основаніемъ ножки онъ погруженъ въ ткань материнскаго растенія. Колпачекъ (*calyptra*), происшедшій изъ увеличившагося архегонія и покрывающій молодую коробочку, въ данномъ случаѣ сбрасывается очень рано и потому его большею частію трудно бываетъ отыскать. Съ одной стороны онъ разсѣченъ до самой вершины и состоитъ изъ одного, частію-же изъ двухъ слоевъ удлиненныхъ клѣточекъ. Суженная верхушка заканчивается бурнымъ остроконечіемъ, соответствующимъ шейкѣ архегоніи. У основанія, въ томъ мѣстѣ, въ которомъ онъ былъ оторванъ растущимъ спорогоніемъ, онъ представляется какъ-бы обрѣзаннымъ. Верхушку коробочки, съ которой сброшенъ колпачекъ, занимаетъ крышечка, снабженная короткимъ носикомъ. Посредствомъ иглы крышечку легко можно снять, причемъ обнаруживается усаженный зубцами край коробочки — урны. Зубцы составляютъ перистомъ. Верхняя часть ножки, переходящая въ коробочку, называется апофизомъ. Въ данномъ случаѣ эта послѣдняя отдѣляется отъ коробочки посредствомъ незначительной перетяжки и отличается отъ нея своею бурою окраскою. У нѣкоторыхъ листовыхъ мховъ, на примѣръ у *Splachnaceae*, апофиза развита гораздо сильнѣе коробочки. Чтобы познакомиться прежде всего съ строеніемъ перистома, дѣлаемъ поперечный разрѣзъ коробочки, проводя разрѣзъ непосредственно подъ краемъ урны, снимаемъ этотъ край и помѣщаемъ его на предметной пластинкѣ, зубцами вверхъ. Отодвигаемъ зеркало микроскопа въ сторону и рассматриваемъ его при верхнемъ освѣщеніи. При этомъ можно употреблять только слабыя увеличенія. Такимъ образомъ убѣждаемся, что

зубцы прикрѣпляются къ внутреннему краю урны, что они клиновидно заострены и поперечно полосаты. Если во время наблюденія подышать немного на объектъ, то увидимъ, что зубцы загибаются внутрь. Они гигроскопичны, загибаются въ сырую погоду внутрь и, такимъ образомъ, закрываютъ открытую коробочку, между тѣмъ какъ въ сухую погоду они разгибаются наружу, снова открывая коробочку. Въ урнѣ насчитываемъ 16 зубцовъ. Теперь переносимъ разсмотрѣнный нами разрѣзъ въ каплю воды и разрываемъ его съ одной стороны иглами, послѣ чего плоско расправляемъ, накрываемъ покровнымъ стеклышкомъ и рассматриваемъ при проходящемъ свѣтѣ, сначала съ наружной стороны. Прежде всего замѣчаемъ на внутреннемъ краѣ урны двойной рядъ косвенно стоящихъ, сосочковидно удлиненныхъ, довольно значительно утолщенныхъ и богатыхъ сдержаніемъ хлорофильныхъ зеренъ клѣточекъ. Эти клѣтки имѣютъ безцвѣтныя, только у ихъ основанія бурый стѣнки и здѣсь онѣ отдѣляются, слегка между собою соединенныя, отъ края урны. Подлѣ этихъ клѣточекъ происходитъ отдѣленіе крышечки, онѣ образуютъ на краѣ урны такъ называемое колечко. Если теперь перевернуть препаратъ внутреннею стороною въ верхъ, то увидимъ, что поперечныя полосы на зубцахъ, уже раньше нами замѣченныя, представляютъ выдающіеся съ внутренней стороны полоски. Кромѣ внѣшняго перистома, образуемаго зубцами, существуетъ однако еще и внутренний; онъ состоитъ изъ такъ называемыхъ рѣсницъ. Такимъ образомъ, *Mnium hornum* обладаетъ двойнымъ перистомомъ, но существуютъ *Bryinae*, имѣющіе только одинъ перистомъ, равно какъ и такіе, которые его вовсе не имѣютъ. Рѣсницы, подобно зубцамъ, представляются здѣсь въ видѣ плоскихъ пластинокъ, которыя въ нижнихъ частяхъ, посредствомъ выдающихся на внутренней поверхности полосокъ, подѣлены какъ-бы на камеры, а въ верхнихъ частяхъ являются поперечно полосатыми. Въ нижнихъ частяхъ своихъ онѣ сливаются другъ съ другомъ въ непрерывную кожицу, которая между каждыми двумя зубцами внѣшняго перистома выпячивается немного наружу. Между каждыми двумя зубцами приходится по двѣ рѣсницы, косвенно идущія отъ края. Ихъ края — внѣшній на всемъ протяженіи, а внутренний только въ верхней части — усажены пилообразно-зубчатыми выступами, въ которыхъ заканчиваются поперечныя полоски свободныхъ частей рѣсницъ. Посредствомъ этихъ пилообразныхъ зубчиковъ двѣ рѣсницы соединяются другъ съ другомъ въ верхнихъ своихъ частяхъ внѣшними краями и сливаются наконецъ въ одно узкое, сильно удлиненное остріе. Съ этими парами рѣсницъ чередуются весьма узкія, которыя, въ числѣ отъ трехъ до пяти, стоятъ передъ зубцами внѣшняго перистома. Тонкій поперечный разрѣзъ, сдѣланный изъ коробочки нѣсколько

ниже, обнаруживаетъ внутри этой послѣдней состоящей изъ крупноклѣтной ткани столбикъ, *columella*. Вокругъ этой *columella* находится наполненная спорами полость. Внутренняя стѣнка этой послѣдней образована самимъ столбикомъ, а внѣшняя состоитъ изъ хлорофиллоноснаго, преимущественно двуслойнаго участка ткани, которая отдѣлена отъ стѣнки посредствомъ очень рыхлой хлорофиллоносной ткани. Стѣнка коробочки состоитъ изъ двухъ или трехъ слоевъ клѣтокъ и покрыта рѣзко отличающимся эпидермисомъ. Клѣточки этого послѣдняго снаружи сильно утолщены. Споры содержатъ зерна хлорофилла, стѣнка ихъ буроватаго цвѣта и покрыта бородавочками; въ благоприятѣйшихъ случаяхъ можно видѣть на одной ея сторонѣ трехгранно-пирамидальное заострѣнне, которое происходитъ вслѣдствіе тетраэдрическаго положенія споръ въ ихъ материнской клѣточкѣ; оно соотвѣтствуетъ плоскостямъ соприкосновенія каждаго изъ трехъ споръ — сестеръ. Точный срединно-продольный разрѣзъ, сдѣланный изъ зеленой, еще снабженной крышечкою, но уже вполне развитой коробочки, представляетъ намъ на самомъ верху крышечку, которая состоитъ изъ одного наружнаго, бурого слоя сильно утолщенныхъ клѣточекъ и изъ нѣсколькихъ внутреннихъ слоевъ тонкостѣнныхъ клѣточекъ. На границѣ между крышечкою и урною находится уже извѣстный намъ двойной рядъ косвенно стоящихъ хлорофиллоносныхъ клѣточекъ, у которыхъ происходитъ отдѣленіе крышечки. Бурья, прилегающая къ нимъ снизу клѣточки урны отлпчаются очень незначительной вышиной. Къ этимъ маленькимъ клѣточкамъ примыкаютъ изнутри сходныя съ ними, и образуютъ выдающуюся внутрь полоску бурыхъ клѣточекъ, къ которымъ прикрепляются зубцы внѣшняго перистомата. На разстояніи одного ряда клѣточекъ отходятъ рѣсницы. Какъ показываетъ исторія развитія, эти зубцы и рѣсницы происходятъ путемъ мѣстнаго утолщенія противоположныхъ стѣнокъ одного и того-же слоя клѣточекъ, примыкающаго къ внутренней части крышечки. Изъ определенныхъ частей наружныхъ стѣнокъ, соединенныхъ между собою въ видѣ восходящихъ рядовъ, происходятъ зубцы, поперечныя полоски которыхъ соотвѣтствуютъ прилегающимъ поперечнымъ стѣнкамъ, утолщеннымъ на нѣкоторомъ ихъ протяженіи. Рѣсницы развиваются изъ утолщенныхъ частей внутреннихъ стѣнокъ этого слоя клѣточекъ и снабжены въ мѣстахъ прикрепленія близъ внутреннихъ перегородокъ слабыми полосками.

Крышка представляется на нашемъ срединно-продольномъ разрѣзѣ полою, потому что внутренняя ткань, послѣ заложения зубцовъ и рѣсницъ, съежилась и отдѣлилась отъ внутренней поверхности рѣсницъ, достигающихъ до вершины крышечки. Эта ткань образуетъ еще только на столбикѣ конусовидно вы-

дающійся бугорокъ. Дальше видѣнъ столбикъ на всемъ своемъ протяженіи, а также споровый мѣшокъ, внѣшняя стѣнка этого послѣдняго, рыхлая ткань, лежащая между нею и стѣнкою коробочки и, наконецъ, стѣнка коробочки. Споровый мѣшокъ, пока не сброшена крышечка, замкнутъ сверху узкимъ слоемъ ткани. Позже онъ открывается вслѣдствіе разрыванія этого послѣдняго. На днѣ коробочки, подъ споровымъ мѣшкомъ, произошла кольцевидная полость. Апофиза, какъ теперь оказывается, снабжена дыхательными устьицами, потому что почти каждый срединно-продольный разрѣзъ проходитъ чрезъ устьица. Онѣ лежатъ ниже уровня эпидермиса; къ нимъ ведетъ каналъ; изнутри къ нимъ прилежитъ дыхательная полость. Она окружена хлорофиллоносною тканью, межклеточныя пространства которой сообщаются съ кольцевидною полостью подъ споровымъ мѣшкомъ и съ межклеточными пространствами всей хлорофиллоносной ткани, которая отдѣляетъ стѣнку коробочки отъ спороваго мѣшка. Всѣ дыхательныя устьица перерѣзаны въ продольномъ направленіи и представляютъ картину, сходную — на сколько можно здѣсь заключить — съ тою, какую находимъ у сосудистыхъ тайнобрачныхъ и у явнобрачныхъ растений. Последнее обстоятельство замѣчательно тѣмъ болѣе, что апофизы (а въ иныхъ случаяхъ и стѣнка коробочки) представляютъ у мховъ единственныя мѣста, которыя снабжены дыхательными устьицами, устроенными по типу высшихъ растений. — Чтобы пополнить полученныя впечатлѣнія, рассмотримъ еще плоскостные разрѣзы съ поверхности коробочки и апофизы. Мы констатируемъ, что поверхность коробочки лишена дыхательныхъ устьицъ; но между бурыми клеточками апофизы видимъ каналы, которые ведутъ къ дыхательнымъ устьицамъ. Если перевернуть разрѣзъ и рассмотреть его съ внутренней его стороны, то, въ благоприятныхъ случаяхъ, можно бываетъ различать обѣ замыкающія клеточки устьица, устроенныя какъ и у высшихъ растений. Мы убѣждаемся въ тоже время на подобныхъ разрѣзахъ, что зеленыя клеточки, между стѣнкою коробочки и споровымъ мѣшкомъ, соединены между собою въ продольномъ направленіи, что онѣ вѣтвисты и совершенно подобны витчатымъ водорослямъ. — На поперечныхъ разрѣзахъ апофизы дыхательныя устьица тоже большею частію попадаютъ и легко видѣть обѣ замыкающія клеточки. На ножкѣ (*seta*) обособленіе эпидермиса прекращается, поверхность покрыта двумя или тремя слоями желто-или краснобурыхъ клеточекъ, полости которыхъ постепенно увеличиваются по направленію внутрь. Внутри ножки обособляется центральный проводящій пучекъ. Срединно-продольные разрѣзы вблизи апофизы показываютъ, что подобныя черты строенія, начинаясь тотчасъ же въ ножкѣ, развиваются постепенно.

Примѣчанія къ XXV-му упражненію.

¹⁾ Goebel, die Muscineen in Schenk's Handbuch der Botanik, Bd. II, pag. 398.

²⁾ Справ. А. Zimmermann, Ueber die Einwirkung des Lichtes auf den Marchantienthallus. Arb. aus d. bot. Inst. in Würzburg Bd. II, pag. 695.

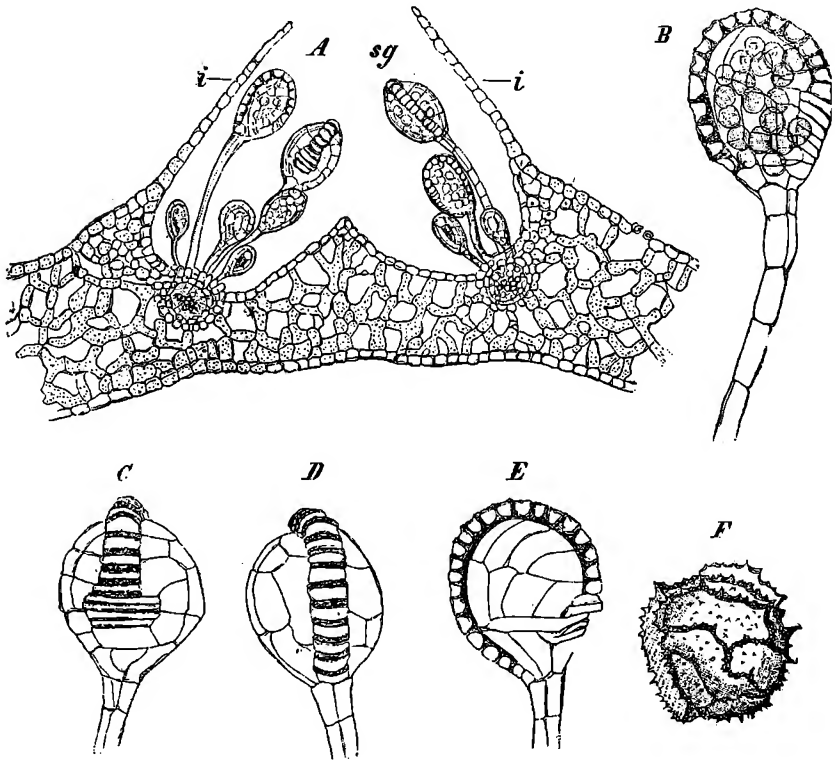
³⁾ Leitgeb, Untersuchungen über die Lebermoose. VI. Heft. 1881, pag. 20, 117; Goebel, l. c., Strasburger, Jahrb. f. wiss. Bot. VII, pag. 409 und Befruchtung und Zelltheilung. 1877, pag. 12.

XXVI. Упражнение.

Воспроизведеніе у сосудистыхъ тайнобрачныхъ.

Спорангіи папоротниковъ помѣщаются, за рѣдкими исключеніями, на нижней поверхности листьевъ. Они образуютъ большую частію группы, которыя называютъ *sori*. Часто весь *sorus* бываетъ покрытъ выросткомъ листа, индузіемъ. Индузіи можетъ быть развиты весьма различно. Если край листа заворачивается надъ *sorus*'омъ, то его обозначаютъ именемъ ложнаго индузія. — Въ качествѣ примѣра для изслѣдованія возьмемъ *Scolopendrium vulgare*. Вдоль листа проходитъ сильный срединный нервъ, отъ котораго отходятъ слегка впередъ наклонные слабые боковые нервы. На верхней половинѣ плодороднаго листа развиваются *sori*. Они простираются въ томъ же направленіи, какъ и боковые нервы. Снаружи они представляются болѣе или менѣе совершенно прикрытыми двумя приподнимающимися, губовидно развитыми индузіями. — Теперь необходимо сдѣлать тонкій поперечный разрѣзъ изъ плодороднаго участка листа. Для этого выбираемъ такой листъ, на которомъ *sori* уже начинаютъ бурѣть, но индузіи еще не открылись. Ножницами вырѣзываемъ узкую, параллельную сорусу полосу ткани листа, зажимаемъ ее въ бузину сердцевину и дѣлаемъ поперечные разрѣзы. Поперечный разрѣзъ (фиг. 95, А) изъ ткани листа обнаруживаетъ эпидермисъ на верхней и нижней поверхности и губчатую паренхиму, которая подъ эпидермисомъ верхней поверхности становится плотнѣе. Полоска соруса, кажущаяся простою, представляется теперь состоящею изъ двухъ сорусовъ. Они находятся съ лѣвой и правой стороны, наклоненные другъ къ другу, каждый надъ самымъ нервомъ. Поверхности листа въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ желобообразно углублена и поднимается между двумя сорусами полоски, въ видѣ ребра. Эпи-

дермисъ на днѣ желобковъ, покрытый спорангіями, прилегаетъ непосредственно къ сосудисто-пучковому влагалищу. Эпидермисъ нижней поверхности листа и желобка сходятся и переходятъ въ индузію (*i*). Этотъ послѣдній начинается, поэтому, двойнымъ слоемъ клѣточекъ, но вскорѣ становится однослойнымъ. Этотъ слой клѣточекъ имѣетъ строеніе, подобное сосѣдней эпидермису, съ тою разницею, что онъ лишенъ дыхательныхъ устьицъ и хло-



Фиг. 95. *Scolopendrium vulgare*. *A* поперечный разрѣзъ плодоснаго листа; *i* индузія; *sg* спорангіи. *B—E* спорангіи, *B* и *E* съ боку, *D* со спинной и *C* съ брюшной стороны; *F* спора. Увелич. *A* 50, *B—E* 145, *F* 540 разъ.

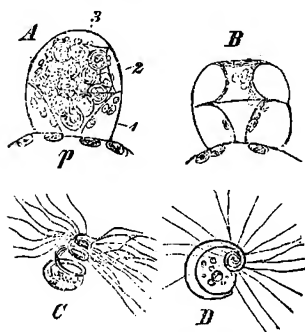
рофильныхъ зеренъ. Но въ немъ есть соотвѣтственно меньшіе, безцвѣтные хроматосомы. Со дна желобка поднимаются спорангіи (*sp*); мы видимъ ихъ на различныхъ фазахъ развитія; каждый спорангіи беретъ начало изъ отдѣльной клѣточки эпидермиса. Уже и при слабомъ увеличеніи (фиг. 95, *A*) можно разли-

чать въ каждомъ спорангіѣ ножку и коробочку, а на болѣе старыхъ спорангіяхъ на коробочкахъ замѣтно желтобурое кольцо. Дальнѣйшее изслѣдованіе производимъ при болѣе сильномъ увеличеніи (фиг. 95, В). Ножка переходитъ изъ простаго ряда клѣточекъ въ двойной. Коробочка имѣетъ стѣнку, состоящую изъ одного слоя клѣточекъ. Какъ показываетъ разсматриваніе стѣнки коробочки съ различныхъ сторонъ (А — Е), колечко развивается изъ одного выдающагося наружу ряда клѣточекъ. Эти клѣточки составляютъ рядъ, который, начинаясь возлѣ ножки, идетъ черезъ вершину и, становясь болѣе плоскимъ на противоположной сторонѣ, исчезаетъ, не достигая ножки. Внутреннія и поперечныя стѣнки колечка сильно утолщены и бураго цвѣта, толщина ихъ уменьшается въ направленіи отъ поперечныхъ стѣнокъ къ поверхности. Спорангіи открываются между широкими клѣточками, которыми заканчивается колечко (фиг. 95, С, Е); одна половина этихъ широкихъ клѣточекъ приходится по одну, другая — по другую сторону поперечной щели. Причина открыванія заключается въ колечкѣ, которое стремится, при высыханіи, къ уменьшенію своего изгиба. — Бурая стѣнка зрѣлыхъ споръ представляетъ очень красивое строеніе (фиг. F). Она покрыта съ наружи сѣтевидно соединенными, гребневидно выдающимися полосками. — У *Aspidium Filix mas* находимъ индузіи сердцевидно-почковидной формы, которые съ возрастомъ становятся сначала оловяннаго, а затѣмъ бураго цвѣта, немного съеживаются и тогда не вполне покрываютъ темнобурые *sori*. Спорангіи имѣютъ почти такое-же строеніе, какъ у *Scolopendrium*. На нѣкоторыхъ изъ нихъ можно видѣть, что отъ ножки отходитъ короткій, съ одноклѣткою головкою желѣзистый волосокъ. Спорангіи сидятъ на подушечкообразномъ возвышеніи, пляцентѣ, которая находится надъ сосудистымъ пучкомъ. Къ послѣднему примыкаютъ сѣтевидно утолщенные трахеиды, распространяющіеся въ пляцентѣ. На своей верхушкѣ пляцента несетъ индузіи, который прикрѣпляется посредствомъ ножкообразной вогнутости. — Если къ краю препарата, который содержитъ лежащіе въ водѣ зрѣлые, но еще не открывшіеся спорангіи, прибавить каплю отнимающей воду жидкости, лучше всего глицерина, то спорангіи медленно открываются у насъ передъ глазами. При этомъ колечко становится наконецъ сильно вогнутымъ. Затѣмъ сразу происходитъ движеніе въ противоположную сторону, вслѣдствіе чего спорангіи болѣе или менѣе совершенно закрываются. Все это явленіе можетъ повториться въ болѣе слабой степени еще одинъ или нѣсколько разъ. Спорангіи *Scolopendrium vulgare* обнаруживаютъ закрываніе не такъ хорошо. — Намъ интересно также обратить вниманіе на обнаженные *sori* у *Polypodium vulgare*. *Sori* эти совершенно не имѣютъ индузіи и каждый *sorus* приходится надъ концомъ сосудистаго

пучка. Послѣдъ (placenta) приподнимается надъ поверхностію листа едва замѣтно. Спорангіи устроены по тому-же типу, какъ и у предъидущихъ видовъ.

Мы избираемъ папоротники и для того, чтобы познаться съ строеніемъ половыхъ органовъ у сосудистыхъ тайнобрачныхъ и прослѣдить при этомъ случаѣ и процессъ оплодотворенія. Предростокъ (prothallium), первое поколѣніе папоротниковъ, отличающееся дифференцировкой половыхъ органовъ, всегда легко можно добыть. Мы ихъ получаемъ или посредствомъ посѣва споръ, или собирая готовые предростки. Мы ограничимся здѣсь только почти исключительно у насъ встрѣчающимся и вообще наиболее богатымъ видами семействомъ Polypodiaceae. Для посѣва беремъ споры *Ceratopteris thalictroides*, который культивируется во всѣхъ ботаническихъ садахъ и потому легко можетъ быть полученъ. Если же собирать готовые предростки, то для изслѣдованія можетъ годиться всякій представитель Polypodiaceae. Впрочемъ, нахождение предростковъ въ природѣ связано съ затрудненіями, а потому лучше ихъ отыскивать въ теплицахъ. На влажныхъ, затѣненныхъ стѣнахъ, на стволахъ древовидныхъ папоротниковъ, на цвѣточныхъ горшкахъ почти всегда можно найти предростки. На употребляемой часто для культуры орхидныхъ, сарраценій и т. д. вересковой землѣ ¹⁾, пронизанной *Polypodium vulgare*, большою частію попадаютъ многочисленные предростки *Polypodium vulgare*, которые мы избираемъ для ближайшаго разсмотрѣнія. Какъ и у большинства другихъ Polypodiaceae, предростки *Polypodium vulgare* имѣютъ форму маленькихъ, лежащихъ на субстратѣ, сердцевидныхъ, яркозеленыхъ листиковъ. Предростокъ средней величины беремъ пинсетомъ, и именно въ томъ мѣстѣ, въ которомъ онъ приросъ къ почвѣ, и отрываемъ его отъ послѣдней. Окунаемъ его въ воду и нѣсколько разъ движемъ въ различныя стороны, чтобы сполоснуть приставшія частицы почвы, помѣщаемъ его затѣмъ, брюшною стороною кверху, въ капль воды на предметной пластинкѣ и разсматриваемъ, накрывъ покровнымъ стеклышкомъ. Предростокъ имѣетъ, какъ уже было замѣчено, сердцевидную форму. Онъ состоитъ изъ многогранныхъ клѣточекъ, содержащихъ многочисленныя хлорофильныя зерна. Въ передней вырѣзкѣ помѣщается мелкоклѣтная меристема точки возростанія. Только по срединѣ, въ чемъ можно убѣдиться посредствомъ различной установки, предростокъ представляется многослойнымъ. Эта средняя часть есть такъ называемая подушечка (Gewebepolster). По бокамъ она переходитъ въ однослойное слоевище и становится болѣе плоскимъ также и къ основанію предростка. Изъ заднихъ частей предростка вырастаютъ корневые волоски или ризоиды; они развиваются преимущественно на срединной части предростка. Это длинныя,

одноклѣтныя, вскорѣ бурѣющія трубки. Кромѣ того, на краю и на нижней сторонѣ предростка, нѣкоторыя клѣточки вырастаютъ въ короткіе сосочки, которые, подобно ризоидамъ, отдѣлены у своего основанія поперечною перегородкою. Если мы взяли для изслѣдованія сравнительно молодые предростки, то они мужскіе, если же взяты слишкомъ старыя, то они имѣютъ исключительно только женскіе половые органы. Средняго возраста предростки снабжены обоимъ рода половыми органами. Половые органы, какъ и корневые волоски, располагаются исключительно только на брюшной сторонѣ предростка. Мужскіе половые органы (антеридіи) располагаются на задней части предростка. Они развиваются между корневыми волосками, а также и дальше, сбоку, за ними. Ихъ развитіе происходитъ въ направленіи къ



Фиг. 96. *Polypodium vulgare*. *A* зрѣлый, *B* опорожненный антеридій; *p* клѣточка предростка, 1 и 2 кольцевидныя клѣточки, 3 кроющая клѣточка. *A* и *B* увеличены 240 разъ. *C* движущійся сперматозоидъ; *D* фиксированный растворомъ іода. *C* и *D* увеличены 540 разъ.

верхушкѣ. Они представляются въ видѣ шаровидно выдающихся образований (фиг. 96, *A*), которые въ зрѣломъ состояніи содержатъ внутри однослойной стѣнки значительное число мелкихъ шаровидныхъ клѣточекъ. По другую сторону зрѣлыхъ антеридіевъ стоятъ уже опорожненные, которые узнаются по буроватому цвѣту ихъ внутреннихъ стѣнокъ и обнаруживаютъ въ своей крышечкѣ звѣздчатой формы отверстіе. Полное представленіе о строеніи антеридіевъ получается только тогда, когда мы ихъ рассматриваемъ въ профиль. Видѣть антеридій въ профиль удается нерѣдко на случайно загнутыхъ мѣстахъ предростка; этого легко также достигнуть, соответственнымъ образомъ загибая иглами предростки, богатые антеридіями. При правильномъ боковомъ положеніи антеридіевъ (фиг. 96, *A*) мы легко убѣждаемся, что антеридій сидитъ на срединѣ слегка выпуклой клѣточки предростка (*p*) и отдѣляется отъ этой послѣдней посредствомъ перегородки. Стѣнка состоитъ почти всегда изъ двухъ этажей боковыхъ клѣточекъ (1 и 2) и одной кроющей клѣточки (3). Нижній этажъ имѣетъ полость болѣешую, нежели верхній этажъ и крышечка. Опорожненный антеридій, рассматриваемый сбоку (фиг. 96, *B*), представляетъ боковыя клѣточки сильно вздутыми, онъ поэтому весьма хорошо виденъ. Внутреннее пространство антеридія въ такомъ случаѣ соответственно сжато, а кроющая клѣточка сплюснута и продырявлена. — Если теперь снова обратимся къ наблюденію предростка съ поверхности и рассмотримъ опорожненный

антеридій (фиг. 96, *B*) мы легко убѣждаемся, что антеридій сидитъ на срединѣ слегка выпуклой клѣточки предростка (*p*) и отдѣляется отъ этой послѣдней посредствомъ перегородки. Стѣнка состоитъ почти всегда изъ двухъ этажей боковыхъ клѣточекъ (1 и 2) и одной кроющей клѣточки (3). Нижній этажъ имѣетъ полость болѣешую, нежели верхній этажъ и крышечка. Опорожненный антеридій, рассматриваемый сбоку (фиг. 96, *B*), представляетъ боковыя клѣточки сильно вздутыми, онъ поэтому весьма хорошо виденъ. Внутреннее пространство антеридія въ такомъ случаѣ соответственно сжато, а кроющая клѣточка сплюснута и продырявлена. — Если теперь снова обратимся къ наблюденію предростка съ поверхности и рассмотримъ опорожненный

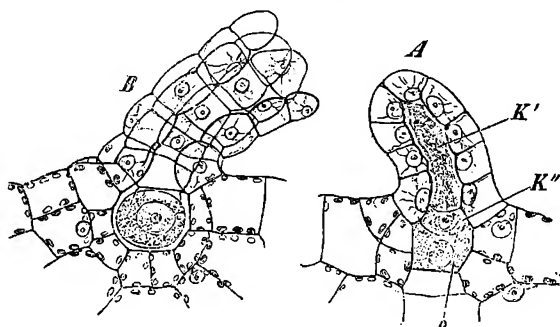
антеридій, то можемъ кромѣ того констатировать, что внутри боковыхъ клѣточекъ нѣтъ внутренняго расчлененія. Нельзя обнаружить никакихъ внутреннихъ перегородокъ и мы поэтому убѣждаемся, что стѣнка антеридіа состоитъ изъ кольцеобразныхъ клѣточекъ. Такимъ образомъ, каждый этажъ состоитъ изъ одной кольцеобразной клѣточки. Вся стѣнка антеридіа состоитъ, слѣдовательно, изъ двухъ такихъ сидящихъ одна на другой клѣточекъ и одной кроющей клѣточки. Подобнаго рода кольцеобразныя клѣточки встрѣчаются вообще рѣдко, но постоянно свойственны антеридіямъ Polypodiaceae. Вообще у другихъ Polypodiaceae мы нашли-бы антеридіи, устроенныя весьма сходно съ этими. Нерѣдко отклоненіе отъ описанной здѣсь формы состояло бы только въ томъ, что антеридій можетъ имѣть нижнюю, плоскую клѣточку — ножку, а боковая стѣнка можетъ состоять только изъ одной кольцеобразной клѣточки. — Если для изслѣдованія взяты предростки, которые уже давно не смачивались, то не долго приходится ждать опоражниванія нѣкоторыхъ, уже созрѣвшихъ антеридіевъ. Механизмъ опоражниванія основывается на давленіи, производимомъ кольцеобразными боковыми клѣточками на содержимое, но кромѣ того, между разбѣденными внутренними клѣточками есть еще разбухающее вещество. Кроющая клѣточка подъ конецъ прорывается и содержимое антеридіа выдавливается наружу, причемъ кольцеобразныя клѣточки увеличиваются. Содержимое антеридіа выходитъ въ видѣ изолированныхъ, шаровидныхъ клѣточекъ, сперматозоидныхъ клѣточекъ, которыя лежатъ нѣкоторое время въ окружающей водѣ. Въ каждой клѣточкѣ, даже при сравнительно слабомъ увеличеніи, можно рассмотреть свернутую нить, т. е. сперматозоидъ, и центральное скопленіе мелкихъ зернышекъ. Стѣнки этихъ клѣточекъ растворяются въ окружающей водѣ и нѣкоторые сперматозоиды начинаютъ высвобождаться уже по прошествіи немногихъ часовъ. Такое высвобожденіе сперматозоида совершается вдругъ, причемъ обороты его тѣла раздвигаются. Такимъ образомъ, сперматозоиды выходятъ одинъ за другимъ. Слѣдя за нѣкоторыми изъ нихъ въ окружающей водѣ, мы убѣждаемся, что они поднимаются сравнительно быстро и, въ тоже время, вращаются вокругъ своей оси. Если въ нашемъ распоряженіи имѣется освѣтительный приборъ Аббе, то мы можемъ его теперь примѣнить для полученія еще новаго эффекта, а именно—освѣщенія на темномъ полѣ зрѣнія. Съ этою цѣлью вкладываютъ въ помѣщеніе для діафрагмъ (срав. стр. 208) кружокъ, снабженный «центральною діафрагмою» (Centralblendung). Такимъ образомъ, получаемъ темное поле зрѣнія. На этомъ темномъ полѣ зрѣнія сперматозоиды представляются намъ въ видѣ движущихся свѣтлыхъ образований. Чтобы получить полный эффектъ, необходимо вставить еще маленькую діафрагму

надъ верхнею линзою объектива, т. е. между объективомъ и воронкою. Безъ такой діафрагмы можно употреблять только самыя слабыя объективы, объективы-же съ коррекціонной оправой для этой цѣли вовсе не пригодны. По простествіи около двадцати или тридцати минутъ движеніе сперматозоидовъ замедляется и, наконецъ, прекращается совершенно. Во время этой послѣдней стадіи движенія не трудно разсмотрѣть форму сперматозоида. Еще легче сдѣлать это, если къ водѣ, содержащей сперматозоиды, прибавить 10%, прозрачный, профильтрованный растворъ аравійской камеди, чтобы такимъ образомъ замедлить ихъ движеніе²⁾. Сперматозоидъ состоитъ изъ ленты (фиг. 96, С'), которая штопоробразно закручена. На переднемъ концѣ обороты уже, на заднемъ они шире. Передніе, узкіе обороты снабжены длинными, тонкими рѣсницами. Между задними оборотами находятся мелкія зернышки и иногда удается различать пузырьки, въ которомъ они заключены. Посредствомъ прибавленія нѣкотораго количества раствора іода въ іодистомъ кали, сперматозоиды можно прекрасно фиксировать.

У передней вырѣзки предростка видны женскіе половые органы, архегоніи. Воклѣ самой вырѣзки они еще незрѣлы, дальше находятся зрѣлыя, но еще не открывшіяся, наконецъ слѣдуютъ отмершіе и открытые, внутри побурѣвшіе. Женскіе половые органы весьма легко отличить отъ мужскихъ. Они поднимаются на поверхности предростка въ формѣ короткихъ, цилиндрическихъ, отогнутыхъ въ противоположную передней вырѣзкѣ сторону образований. Эта свободная часть архегонія есть только его шейка, брюшная же его часть погружена въ ткань предростка. Въ шейкѣ различаемъ однослойную стѣнку, состоящую изъ четырехъ рядовъ клѣточекъ, и центральный каналъ, содержимое котораго въ зрѣлыхъ архегоніяхъ представляется въ своихъ центральныхъ частяхъ зернистымъ, а въ периферическихъ — сильно преломляющимъ свѣтъ. Этотъ внутренний каналъ, шейный каналъ, кверху конусовидно расширяется. Книзу онъ переходитъ въ центральную клѣточку архегонія, въ которой помѣщается яйцо. Послѣднее, конечно, едва можетъ быть различаемо. Если предростки передъ изслѣдованіемъ не смачивались въ теченіи нѣсколькихъ дней, то можно увидѣть и открываніе архегонія. Для подобнаго наблюденія должно выбрать такой архегоній, въ которомъ содержимое канала особенно сильно преломляетъ свѣтъ. Открываніе происходитъ нерѣдко почти моментально, но часто приходится и по долгу ждать. Открываніе есть результатъ давленія, которое производитъ сильно преломляющее свѣтъ, разбухающее вещество шейнаго канала на стѣнку канала. Четыре клѣточки на вершинѣ шейки вдругъ раздвигаются и содержимое шейнаго канала выступаетъ наружу. Сильно преломляющее свѣтъ вещество этого послѣдняго распро-

страняется въ окружающей водѣ въ видѣ безцвѣтной слизи, между тѣмъ какъ зернистое содержимое медленно разрушается. Выпораживаніе содержимаго происходитъ съ перерывами; сначала, именно, выступаетъ содержимое шейнаго канала, а затѣмъ отдѣлившейся подъ конецъ отъ яйца брюшно-канальчиковой клѣточки. — При особенно благоприятныхъ обстоятельствахъ можно бываетъ теперь увидѣть и прониканіе сперматозоидовъ въ архегоній. Шансы для подобнаго наблюденія увеличиваются, если возлѣ стараго предростка, изслѣдуемаго въ отношеніи архегонія, помѣстить нѣсколько достаточно молодыхъ предростковъ, богатыхъ антеридіями. Если въ препаратѣ много сперматозоидовъ, то мы видимъ, что они спокойно проплываютъ мимо архегоніевъ, пока послѣдніе еще закрыты. Напротивъ того, если какой нибудь архегоній открылся, то сперматозоиды съ извѣстнаго разстоянія направляются къ отверстию шейки и попадаютъ здѣсь въ выступившую слизь. Въ слизи движеніе ихъ замедляется, но они сохраняютъ первоначальное направленіе въ своемъ движеніи, проникаютъ въ каналъ шейки и достигаютъ яйца, въ которое и проникаютъ. Въ новѣйшее время было доказано, что и здѣсь чрезъ шейку архегонія происходитъ выдѣленіе вещества, которое оказываетъ на сперматозоиды химическое раздраженіе и опредѣляетъ направленіе ихъ движенія ³⁾. Такимъ специфическимъ раздражителемъ является въ данномъ случаѣ яблочная кислота, которая находится въ вышедшей изъ шейки архегонія массѣ, въ количествѣ около 0,3%. Удалось также замануть эти сперматозоиды въ капиллярныя трубочки, съ одного конца запаянныя и наполненныя подъ воздушнымъ насосомъ жидкостію, содержащею 0,01 до 0,1% яблочной кислоты, соединенной съ какимъ нибудь основаніемъ совершенно такъ, какъ въ шейку архегонія. Подобно тому, какъ въ капиллярныя трубки, сперматозоиды папоротниковъ входятъ также и въ достаточно большіе волоски, лучше всего въ волоски съ листьевъ *Neacaleum spondylium*, если ихъ положить срѣзаннымъ концомъ въ воду, содержащую сперматозоиды. Для сперматозоидовъ листовыхъ мховъ специфическимъ раздражителемъ является тростниковый сахаръ, между тѣмъ какъ у *Marschallia* изъ архегонія выдѣляется какое-то другое, еще не опредѣленное вещество. — Экспериментальнымъ путемъ было доказано ⁴⁾, что для оплодотворенія достаточно одного только сперматозоида, но въ архегоній большею частію проникаетъ ихъ нѣсколько, хотя въ яйцо входитъ только одинъ изъ нихъ. Процессы эти здѣсь однако нельзя прослѣдить въ подробности, потому что предростокъ слишкомъ непрозраченъ; гораздо лучше можно ихъ наблюдать у *Ceratopteris*. Но и здѣсь можно констатировать, что сперматозоиды не вносятъ съ собою въ архегоній своего задняго пузырька, но напротивъ, если они еще были снабжены пузырь-

комъ, когда приблизились къ архегонію, то оставляютъ его въ слизи передъ отверстиемъ. Иногда число собирающихся сперматозоидовъ такъ велико, что они наконецъ, пробиваясь другъ между другомъ и нитевидно вытягиваясь, заполняютъ весь каналъ архегонія и образуютъ еще букетъ передъ его отверстиемъ. Намъ остается еще рассмотреть архегоніи на разрывѣхъ. Эти разрывы должны быть сдѣланы вдоль срединной части предростка, такъ какъ архегоніи располагаются на этой его части. Чтобы облегчить себѣ изготовленіе разрывовъ, складываемъ нѣсколько предростковъ вмѣстѣ, тщательно придавая имъ надлежащее положеніе и удаливъ предварительно всѣ песчинки. Затѣмъ мы уже легко находимъ на разрывѣхъ желательныя кар-



Фиг. 97. *Polytrichum vulgare*. А незрѣлый архегоній. K' шейноканальчиковая, K'' брюшноканальчиковая клеточка. о яйцо. В зрѣлый, открытый архегоній. Увелич. 240.

тины. Архегоній, какъ мы видимъ (фиг. 97, А и В), погруженъ своею брюшною частию въ предростокъ, шейка загнута. Теперь можно различать шейно-канальчиковую (K') и брюшноканальчиковую (K'') клеточки; а также и яйцо (о) съ его яснымъ ядромъ. Въ зрѣломъ, раскрывшемся архегоніи (В) часто можно бываетъ замѣтить на вершинѣ яйца безцвѣтное мѣсто, воспріимлющее пятно, чрезъ которое сперматозоидъ проникаетъ въ яйцо. — Нѣкоторые, не вполне срединные разрывы, могутъ намъ обнаружить и антеридіи съ боку.

Селагинеллы принадлежатъ къ гетероспоровымъ плауновымъ; онѣ имѣютъ двоякаго рода спорангіи и споры, и мы обратимъ свое вниманіе еще и на нихъ, чтобы пополнить картину, которую мы наблюдали у другихъ сосудистыхъ тайнобрачныхъ. Селагинеллы называютъ также лигулятами (*Ligulatae*), потому что листья ихъ снабжены у своего основанія язычкомъ. Разсмотримъ ближе повсюду распространенную въ теплицахъ *Selaginella Martensii* Sprg. Плодоносные экземпляры

легко узнаются по колосьямъ, которые развиваются на послѣднихъ развѣтвленіяхъ многочисленныхъ большею частію побѣговъ. Вегетативное тѣло растенія распростерто въ одной плоскости; оно покрыто четырьмя рядами листьевъ, въ видѣ перекрещивающихся паръ. Въ каждой парѣ верхній листъ остается небольшимъ, а нижній становится гораздо больше. Два ряда нижнихъ листьевъ на брюшной поверхности направляется въ стороны и обращены верхнею поверхностію кверху. Такимъ образомъ вегетативное тѣло растенія имѣетъ двустороннее и дорзивентральное строеніе, т. е. его можно раздѣлить только одной плоскостію на симметрическія правую и лѣвую половины и оно обнаруживаетъ брюшную и спинную стороны. Плодородные, верхушечные колосья имѣютъ, напротивъ, четырехгранную форму и четыре ряда одинаковаго вида, вверхъ направленныхъ листьевъ. Относительно строенія колосьевъ ориентуемся такимъ образомъ что, начиная отъ основанія, отдѣляемъ подъ симплексомъ одинъ листъ за другимъ. Въ пазухѣ каждаго листа находимъ яйцевидный, немного сплюсненный спорангій. Мы замѣчаемъ уже во время этой операціи, что нѣкоторые спорангіи больше и имѣютъ выдающіеся бугорки. Если вскроемъ такой большой, бугорчатый спорангій, то обнаружимъ четыре споры, которыя вполне заполняли полость спорангія и мѣстами выпячивали его стѣнки; если же вскроемъ маленькій спорангій, то онъ окажется наполненнымъ многочисленными мелкими спорами. Большіе спорангіи это женскіе спорангіи, макроспорангіи, а большія споры—женскія споры, макроспоры; маленькіе спорангіи и споры—мужскіе, и ихъ называютъ микроспорангіями и микроспорами. Мелкія споры съ одной стороны заостряются трехгранно, покрыты сѣтевиднымъ рисункомъ и соединены большею частію въ тетрады. Тоже самое, но только въ соотвѣтственно большихъ размѣрахъ, представляютъ намъ и четыре макроспоры. Мы ясно различаемъ у нихъ трехгранное заостреніе одной ихъ стороны; напротивъ того, чтобы хорошо рассмотреть выдающіеся, сѣтевидныя полоски на ихъ стѣнкахъ, хорошо раздавливать споры. Стѣнка микроспоръ скоро становится темнубурою, между тѣмъ какъ стѣнки макроспоръ гораздо свѣтлѣе. Если рассмотримъ листья, съ которыхъ мы удалили спорангіи, то увидимъ близъ мѣста прикрѣпленія удаленнаго спорангія язычекъ (*ligula*), въ видѣ язычковой кожицы. Дальнѣйшее отрываніе листьевъ съ колосьевъ показываетъ намъ, что макроспорангіевъ на нихъ гораздо меньше, чѣмъ микроспорангіевъ и что они встрѣчаются главнымъ образомъ въ нижней части колоса. — Зрѣлые спорангіи растрескиваются поперечно, двумя створками.

Въ заключеніе замѣтимъ, что слагинеллы такъ хорошо сохраняются при высыханіи, что размоченные гербарные экземпляры можно даже употреблять для изученія конуса возростанія

и зачатковъ спорангіевъ. Разрѣзы изъ свѣжаго, равно какъ и изъ размоченнаго матеріала можно прекрасно просвѣтлять посредствомъ ѣдкаго кали.

Примѣчанія къ XXVI-му упражненію.

1) Terre fibreuse бельгійскихъ торгующихъ садовниковъ.

2) Срав. Pfeffer, Unters. a. d. Bot. Inst. zu Tübingen, Bd. I, pag. 370.

3) Тамъ-же pag. 360.

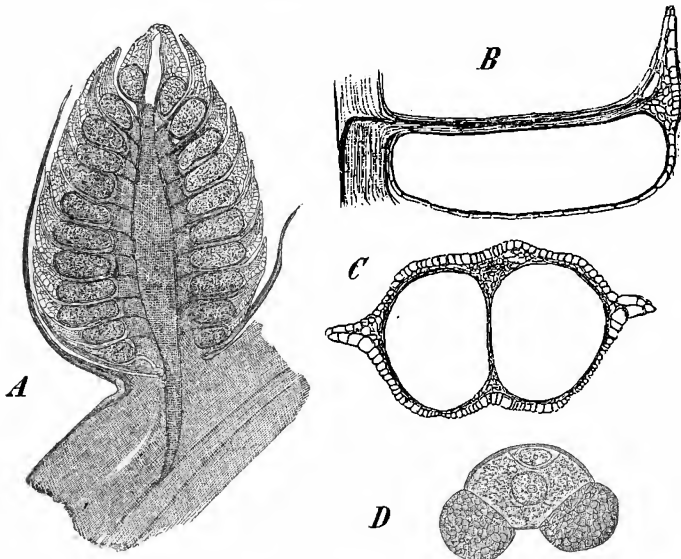
4) Strasburger, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VII, pag. 405.

XXVII. Упражнение.

Воспроизведеніе у голосѣмянныхъ.

Явнобрачныя растенія раздѣляются на два большихъ отдѣла: голосѣмянныхъ и покрытосѣмянныхъ, Gymnospermae и Angiospermae. Эти отдѣлы различаются главнымъ образомъ строеніемъ цвѣтовъ, процессами оплодотворенія и развитія зародыша, которые мы рассмотримъ сначала у голосѣмянныхъ. Прежде всего познакоимся со строеніемъ цвѣтовъ 1) сосны, *Pinus silvestris*. Опыленіе происходитъ у этой послѣдней приблизительно въ концѣ мая; но для изслѣдованія весьма пригоденъ и алкогольный матеріалъ, который, будучи очень ломкимъ, долженъ быть положенъ передъ изслѣдованіемъ не менѣе какъ на одинъ день въ смѣсь изъ равныхъ частей алкоголя и глицерина. Подготовленный такимъ образомъ матеріалъ рѣжется гораздо лучше свѣжаго. — Сначала мы убѣждаемся въ томъ, что мужскіе цвѣты встрѣчаются въ данномъ случаѣ въ большемъ количествѣ на нижнихъ частяхъ не отличающагося отъ другихъ побѣга. Онѣ располагаются по $\frac{5}{13}$ и по своему положенію вполнѣ соответствуютъ двулистнымъ короткимъ побѣгамъ, которые принимаютъ безъ перерыва къ цвѣтамъ. Цвѣты располагаются притомъ, подобно короткимъ побѣгамъ, въ пазухахъ чешуйчатыхъ листьевъ (Niederblätter). На ножкѣ мужскаго цвѣтка находимъ сначала три перекрещивающіяся (decussirte) пары чешуйчатыхъ листьевъ. Самая нижняя пара листьевъ имѣетъ относительно покровнаго листа и материнскаго побѣга боковое положеніе, какъ это само собою явствуетъ изъ имѣющихся здѣсь пространственныхъ отношеній и которое почти безъ исключенія свойственно первой парѣ листьевъ вегетативныхъ почекъ голосѣмян-

ныхъ. За чешуйчатыми листьями короткой цвѣточной ножки слѣдуютъ тычинки, сильно скученныя и расположенныя болѣею частію десятью прямыми рядами. Цвѣточная ось имѣетъ удлинено веретенообразную форму. Отдѣльная тычинка, снятая и рассмотрѣнная подѣ препарирнымъ микроскопомъ, представляется округлою; нижняя сторона ея занята двумя продольно расположенными, вдоль срединной линіи сходящимися пыльниками; на своей вершинѣ она продолжается въ направленную къ верху оторочку. Срединный разрѣзъ цвѣтка, незадолго до его распусканія (фиг. 98, *A*), показываетъ, въ особен-



Фиг. 98. *Pinus Pumilio*, сходная съ *Pinus silvestris*. *D*—изъ *Pinus silvestris*. *A*—продольный разрѣзъ почти зрѣлаго мужскаго цвѣтка. Увел. 10. *B*—Продольный разрѣзъ одной тычинки. Увел. 20. *C*—поперечный разрѣзъ тычинки. Увел. 27. *D*—зрѣлая цвѣтень. Увел. 400.

ности ясно послѣ обработки ѣдкимъ кали, прохожденіе сосудистаго пучка въ цвѣточной оси, отхожденіе отдѣльныхъ сосудистыхъ пучковъ въ тычинки и прикрѣпленіе пыльниковъ къ тычинкамъ. На менѣ совершенныхъ продольныхъ разрѣзахъ можно бываетъ отыскать болѣе тонкія мѣста, въ которыхъ строеніе отдѣльныхъ тычинокъ (*B*) можно прослѣдить еще лучше. Теперь изготовляемъ еще тангентальные продольные разрѣзы цвѣтка, чтобы получить поперечные разрѣзы отдѣльныхъ тычинокъ, и выбираемъ себѣ подобный разрѣзъ для ближайшаго изслѣдованія (*C*). Мы видимъ, что оба пыльника сходятся въ

срединной линіи (Mediane) и въ развитомъ состояніи отдѣляются другъ отъ друга большею частію только посредствомъ плоской стѣнки изъ спавшихся клѣточекъ, въ которую вдаются одинъ или нѣсколько слоевъ плоскихъ, крахмалоносныхъ клѣточекъ. Съ вѣншей стороны пыльники покрыты эпидермисомъ, въ которому съ внутренней стороны прелегають большею частію только спавшіяся клѣточки; подобнымъ же образомъ ограничены пыльники и со спинной стороны тычинки. У срединной линіи, сверху и снизу стѣнки, раздѣляющей пыльники, проходятъ полоса мезофилла. Верхняя сильнѣе развита и въ ней лежитъ очень нѣжный сосудистый пучокъ. На обоихъ боковыхъ краяхъ тычинки эпидермисъ выдается въ видѣ слабо или же сильнѣе развитаго крыла; въ послѣднемъ случаѣ между эпидермисами находится небольшое количество мезофилла. На нижней сторонѣ пыльниковъ клѣточки эпидермиса становятся меньше въ направленіи отъ обоихъ боковъ; въ мѣстѣ ихъ наиболѣе слабо развитія происходитъ открываніе пыльниковъ. Эти пыльники имѣютъ большое сходство съ спорангіями плауновыхъ. И сравнительное изслѣдованіе ихъ исторіи развитія дѣйствительно привело къ заключенію, что пыльники явнообратныхъ представляются образованіями гомологичными микроспорангіямъ тайнобрачныхъ. Если теперь рассмотримъ развивающіеся въ пыльникахъ клѣточки цвѣтени, въ свѣжемъ, если только возможно, состояніи, то замѣтимъ, что каждая изъ нихъ представляетъ среднее тѣло, на которомъ сидятъ по бокамъ два пузыря (D). Когда цвѣтокъ зрѣлый, то пузыри представляются черными, такъ какъ наполнены воздухомъ. Ихъ поверхность обнаруживаетъ красивый рисунокъ. Полость средней, собственно пыльцевой клѣточки, содержитъ мелкозернистую протоплазму и большое клѣточное ядро. Незадолго до антезы, т. е. до разверзанія пыльниковъ, въ цвѣтневой клѣточкѣ происходитъ дѣленіе посредствомъ перегородки, имѣющей форму часоваго стекла, которая отдѣляетъ чечевицеобразную клѣточку съ задней стороны, противоположной мѣсту прикрѣпленія крыльевъ. Эту клѣточку можно лучше всего видѣть тогда, когда цвѣтневая клѣточка—какъ на нашей фигурѣ—лежитъ бокомъ. Совершенно подобная же клѣточка отдѣляется передъ процессами, происходящими при развитіи половыхъ продуктовъ, и въ микроспорахъ гетереспоровыхъ плауновыхъ. У нихъ эту клѣточку называютъ вегетативною, названіе, которое можно примѣнить и въ данномъ случаѣ. Какъ показываетъ исторія развитія, крылья цвѣтени развиваются поздно и, притомъ, вслѣдствіе приподыманія кутикулы, причемъ между этой послѣдней съ одной стороны и внутренними слоями утолщенія стѣнки съ другой—скопляется воднистая жидкость.

Отъ рассмотрѣннаго только что строенія мужскаго цвѣтка

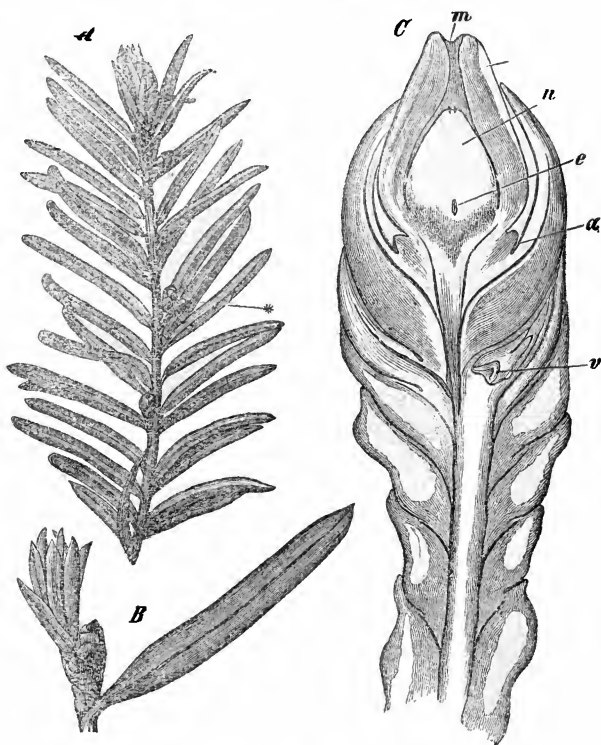
Pinus silvestris больше всего отличается мужской цвѣтокъ *Taxus baccata*. У этого послѣдняго опыленіе происходитъ приблизительно въ мартѣ, но можно поставить себя въ независимость отъ этого опредѣленного времени, запасшись алкогольнымъ матеріаломъ. Мужскіе цвѣты *Taxus* стоятъ въ пазухахъ листьевъ прошлагоднихъ вѣтокъ. Они начинаются нѣсколькими перекрещивающимися парами чешуйчатыхъ листьевъ и переходятъ въ чешуйки, расположенныя по $\frac{2}{5}$. Чешуйки постепенно увеличиваются, наконецъ за ними слѣдуютъ щитовидныя тычинки, имѣющія неопредѣленное расположеніе. Тычинки, какъ это уже видно при разсматриваніи въ лупу, имѣютъ не малое сходство съ плодущими, несущими спорангіи листьями въ колосѣ хвоща. Если посредствомъ скальпеля отдѣлить тычинку и изслѣдовать ее подъ препарирнымъ микроскопомъ, то найдемъ съ внутренней стороны щитка и его ножки отъ пяти до семи пыльниковъ. Послѣдніе сидятъ, слѣдовательно, своимъ основаніемъ на щиткѣ, а своей внутренней стороной пригрѣплены къ его ножкѣ. Сбоку они между собою большею частію не соединены и совершенно свободны съ наружной стороны и на вершинѣ. Въ этомъ можно лучше всего убѣдиться, если еще прибѣгнуть къ срединнымъ и тангентальнымъ разрѣзамъ. Первые представляютъ намъ тычинки и пыльники въ продольныхъ, послѣдніе — въ поперечныхъ разрѣзахъ. На продольномъ разрѣзѣ, вслѣдствіе расширенія пыльника къ наружной сторонѣ, тычинка получаетъ клиновидную форму. Какъ на поперечныхъ, такъ и на продольныхъ разрѣзахъ видимъ, что стѣнка зрѣлыхъ пыльниковъ состоитъ только изъ эпидермиса и одного слоя спавшихся клѣтокъ. Стѣнки этихъ клѣточекъ эпидермиса снабжены утолщеніями въ видѣ полосокъ. На всемъ томъ протяженіи, на которомъ стѣнка пыльника должна отдѣлиться отъ ножки, клѣточки эпидермиса значительно уменьшены въ величинѣ, какъ это показываютъ поперечные разрѣзы. Чтобы уяснить себѣ форму утолщенія стѣнки въ пыльникахъ, отдѣляемъ отъ тычинки иглами стѣнку и убѣждаемся, что утолщеніе внутреннихъ и боковыхъ стѣнокъ клѣточекъ эпидермиса представляется въ видѣ полосокъ, имѣющихъ форму U. Такое же утолщеніе представляютъ клѣточки эпидермиса и съ наружной поверхности щитковъ. Разверзаніе пыльниковъ происходитъ такимъ образомъ, что стѣнка ихъ отдѣляется отъ ножки и выпрямляется. — Цвѣтень имѣетъ эллипсоидальную форму и усажена мелкими бугорками. Незадолго передъ антезою, на одномъ концѣ цвѣтени отдѣляется маленькая клѣточка. Въ алкогольномъ матеріалѣ содержимое цвѣтени представляется свернутымъ и для изслѣдованія непригоднымъ.

Цвѣтень *Taxus* не имѣетъ пузыревидныхъ придатковъ, которые свойственны даже не всѣмъ *Abietineae*, а между *Taxineae*

встрѣчаются у *Podocarpus*. — У многихъ родовъ содержимое цвѣтени отдѣляется болѣе одной вегетативной клѣточки, вслѣдствіе чего внутри цвѣтени образуется выдающееся клѣточное тѣло. Изъ *Abietineae* только родъ *Pinus* имѣетъ одну простую вегетативную клѣточку.

Женскіе цвѣты *Taxus baccata* ²⁾ находятся, какъ и мужскіе, въ пазухахъ листьевъ прошлагодныхъ вѣтокъ (фиг. 99, А), но только на другихъ экземплярахъ, потому что растеніе это двудомное. Время цвѣтенія, какъ мы уже знаемъ, приходится въ мартъ; въ алкогольъ цвѣты сохраняются очень хорошо и ихъ можно весьма удобно изслѣдовать, если положить предварительно не менѣе какъ на двадцать четыре часа въ смѣсь изъ равныхъ частей алкоголя и глицерина. Цвѣты, какъ кажется, заканчиваютъ собою маленькій побѣгъ; но въ дѣйствительности положеніе ихъ не верхушечное. Совсѣмъ нерѣдко встрѣчаются два цвѣтка на одномъ и томъ же побѣгѣ (фиг. 99 при *), въ рѣдкихъ случаяхъ попадаются даже уродливости, которыя имѣютъ побѣгъ, продолжающій расти дальше съ боку цвѣтка (фиг. 99, В). — Сначала разсматриваемъ цвѣтоносный побѣгъ въ лупу и убѣждаемся, что онъ начинается боковой парю чешуекъ, за которыми слѣдуютъ чешуйки спирально расположенныя и постепенно увеличивающіяся. Самый цвѣтокъ окруженъ тремя перекрещивающимися парами чешуйчатыхъ листьевъ и только своей верхушкой выдается между ними. Верхушка эта имѣетъ точкообразное отверстіе, микропиле. Даемъ побѣгу совершенно опредѣленное положеніе, чтобы сдѣлать срединно-продольный разрѣзъ. Этотъ послѣдній долженъ пройти чрезъ срединную линію предпоследней, подъ цвѣткомъ находящейся, пары чешуекъ. Для изслѣдованія выбираемъ болѣе старыя, недавно опыленные цвѣты, приблизительно въ концѣ апрѣля, потому что они лучше рѣжутся и въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ поучительнѣе. Если разрѣзъ прошелъ надлежащемъ образомъ, то получается картина, подобная фиг. 99, С. Цвѣтокъ оказывается не на верхушкѣ первичнаго побѣга, но этотъ послѣдній перестаетъ развиваться, образовавъ въ пазухѣ самой верхней пары чешуйчатыхъ листьевъ вторичный побѣгъ. Этотъ-то вторичный побѣгъ и заканчивается цвѣткомъ, образовавъ предварительно три перекрещивающіяся пары чешуекъ. Сбоку мѣста прикрѣпленія вторичнаго побѣга видѣнъ конусъ возростанія (v) первичнаго побѣга (на фигурѣ съ правой стороны). Иногда и предпоследній чешуйчатый листъ первичнаго побѣга тоже производитъ вторичный побѣгъ, заканчивающійся цвѣткомъ. Въ рѣдкихъ случаяхъ, какъ мы видѣли (В), и первичный побѣгъ продолжаетъ расти дальше, и производитъ обыкновенные листья. Пары чешуекъ, предшествующія цвѣтку, должно разсматривать какъ прицвѣтники, а самый цвѣтокъ редуцированъ на одну

«сѣмяпочку». Этотъ-то цвѣтокъ и есть именно то образованіе, которое мы находимъ на вершинѣ вторичнаго побѣга. На продольномъ разрѣзѣ сѣмяпочки мы различаемъ въ ней одинъ покровъ (Integument), на верху образующій узкое отверстие, микропиле (*m*); и внутри покрова—такъ называемое ядро сѣмяпочки, nucellus (*n*). У основанія этого послѣдняго, въ наиболѣе благопріятныхъ случаяхъ, обыкновенно послѣ обработки ѣдкимъ кали, можно бываетъ видѣть большей величины клеточку (*e*), представляющую



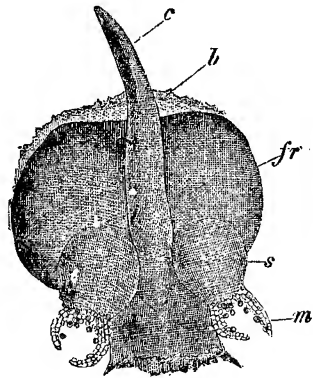
Фиг. 99. *Taxus baccata*. *A* — внѣшній видъ вѣтки съ женскими цвѣтами въ періодъ опыленія, при * двѣ сѣмяпочки на одномъ и томъ же первичномъ побѣгѣ. Нат. велич. *B* — листъ, съ зачаткомъ сѣмени въ его пазухѣ, первичный побѣгъ продолжаетъ рости дальше сбоку. Увелич. 2. *C* — продольный разрѣзъ вдоль общей срединной линіи первичнаго и вторичнаго побѣговъ. *e* — конусъ возрастанія первичнаго побѣга; *a* — зачатокъ присѣмянника; *e* — зачатокъ зародышеваго мѣшка; *n* — ядро сѣмяпочки; *i* — покровъ; *m* — микропиле. Увел. 18.

зачатокъ зародышеваго мѣшка ³⁾. Подобно тому, какъ пыльникъ соответствуетъ микроспорангію, и какъ цвѣтень соответствуетъ микроспорамъ, такъ зародышевый мѣшокъ соответствуетъ макроспорѣ. Ислѣдованія относительно исторіи разви-

тія ⁴⁾ открыли значительное сходство въ развитіи этихъ образований, но они вмѣстѣ съ тѣмъ показали, что происходитъ прогрессивное упрощеніе процессовъ, ведущихъ у явнотрачныхъ растений къ развитію макроспоры. Напротивъ того, не существуетъ достаточныхъ основаній, чтобы можно было сравнивать покровъ сѣмяпочки съ индузіемъ сосудистыхъ тайнотрачныхъ. Покровъ представляется образованіемъ, которое появилось уже у явнотрачныхъ. — У *Taxus* на ножкѣ сѣмяпочки видѣнъ маленький налѣкъ изъ ткани (a), который долгое время, до самаго начала іюня, остается неизмѣннымъ, но позже начинаетъ расти и образуетъ ярко-красный присѣмянникъ (arillus), который окружаетъ осенью зрѣлое сѣмя. — Въ опыленномъ уже цвѣткѣ, взятомъ нами для изслѣдованія; можно видѣть на верхушкѣ ядра сѣмянной почки зерна цвѣтени. Каждое изъ нихъ пустило короткую трубочку въ ткань верхушки сѣмяпочки. Въ трубочку вырастаетъ большая клѣточка цвѣтени, вегетативная же клѣточка съеживается. Внутренняя оболочка цвѣтени (intinium), производитъ пылецевую трубку, между тѣмъ какъ усаженная маленькими бородавками ехініумъ (exine), которую мы уже раньше видѣли на зрѣлой цвѣтени, сбрасывается. Цвѣтневые зерна лежатъ въ данномъ случаѣ на вѣтшней поверхности верхушки сѣмяпочки, покрытой сосочками, между тѣмъ какъ у различныхъ другихъ *Taxineae* и близко родственныхъ имъ растений вершина сѣмяпочки образуетъ полость ⁵⁾ для воспріятія цвѣтени, вслѣдствіе чего получается такъ называемая пылецевая камера. — Если мы желаемъ познакомиться съ приспособленіемъ, вслѣдствіе котораго пыльца попадаетъ въ сѣмяпочку, то необходимо произвести наблюденія въ природѣ, во время опыленія ⁶⁾. Разсматривая жеясное растеніе около того времени, въ которое цвѣтень высыпается изъ пыльниковъ, мы замѣчаемъ, что каждый цвѣтокъ этого растенія выдѣляетъ изъ микропиле маленькую каплю жидкости. Въ эту каплю попадаютъ приносимыя вѣтромъ зерна пыльца и всасываются вечеромъ вмѣстѣ съ каплею.

Сосна, *Pinus silvestris*, представитъ намъ второй и вмѣстѣ крайній примѣръ для строенія женскихъ цвѣтвовъ у хвойныхъ. Сосна однодомна, такъ что мужскіе и женскіе цвѣты находимъ на одномъ и томъ же растеніи. — Сѣмяпочки сосны располагаются не одиночно, какъ у *Taxus*, но развиваются «шишки», въ которыхъ собраны вмѣстѣ многочисленныя сѣмяпочки; сидяція на чешуевидныхъ образованіяхъ. Маленькія шишки сидятъ по одной или по нѣсколько на верхушкахъ побѣговъ одинаковаго возраста. Онѣ сидятъ въ пазухахъ такихъ же покровныхъ листьевъ, какъ и ниже сидящіе двулистные короткіе побѣги; нѣ ихъ положеніе на верхушкѣ побѣга соответствуетъ положенію вѣтвидлинныхъ побѣговъ (Langtriebe) образующихъ вѣтви. Малень

кїя шишки становятся способными въ оплодотворенію большою частію въ концѣ мая и, не смотря на свою сравнительно незначительную величину, бросаются въ глаза, благодаря своему красному цвету цвѣту. Онѣ сидятъ на ножкахъ и имѣютъ вертикальное положеніе; ножка покрыта бурными чешуйками. Для изслѣдованія и въ данномъ случаѣ можетъ годиться алкогольный матеріалъ, обработанный глицериномъ. Если подѣ препариный микроскопъ положить отдѣльныя части, отдѣленные отъ оси шишки при помощи скальпеля, и изолировать ихъ иглами, то можно убѣдиться (фиг. 100), что въ пазухахъ нѣжныхъ, обратно-яйцевидныхъ, на краю нѣсколько бахромчатыхъ покровныхъ чешуекъ (b), сидятъ сходно устроенныя чешуйки (f), но мясисто-утолщенныя, съ гладкими краями и срединнымъ килемъ (c), выдающимся на внутренней поверхности. Ихъ называютъ плодовыми чешуйками. Съ правой и лѣвой стороны у основанія плодовой чешуйки находимъ по одной сѣмяпочкѣ (s), которыя направлены своими микропиле книзу и въ бокъ. Край покрова у микропиле раздѣляется на двѣ лопасти (m), расположенныя съ правой и съ лѣвой стороны. Покровная чешуйка и плодовая чешуйка срослись у своего основанія и потому вмѣстѣ отдѣляются отъ оси шишки. — Шишку *Abietinae* и другихъ, образующихъ шишки, хвойныхъ принимаютъ за одинъ цвѣтокъ или же за соцвѣтіе, смотря по тому, какое значеніе придаютъ плодовой чешуйкѣ. Последнюю, именно, разсматриваютъ или какъ плоскій, метаморфозированный и частію сросшійся съ покровнымъ листомъ пазушный побѣгъ, или же какъ плацентообразный выростокъ плодолистика, который мы принимали до сихъ поръ за покровную чешуйку. Въ первомъ случаѣ мы имѣли бы дѣло съ сидящимъ въ пазухѣ каждаго покровнаго листа побѣгомъ, который несетъ двѣ сѣмяпочки; во второмъ — съ сидящею на верхней сторонѣ плодолистика и несущею двѣ сѣмяпочки плацентою. Въ первомъ случаѣ шишка была бы соцвѣтіемъ, состоящимъ изъ многихъ плодоносныхъ наружныхъ побѣговъ, во второмъ же — однимъ цвѣткомъ, снабженнымъ многими плодолистиками. — Замѣчательное строеніе плодовой чешуйки объясняется приспособленіемъ къ опыленію⁷⁾, которое можетъ быть наблюдаемо, въ то время, когда происходитъ опыленіе, только на

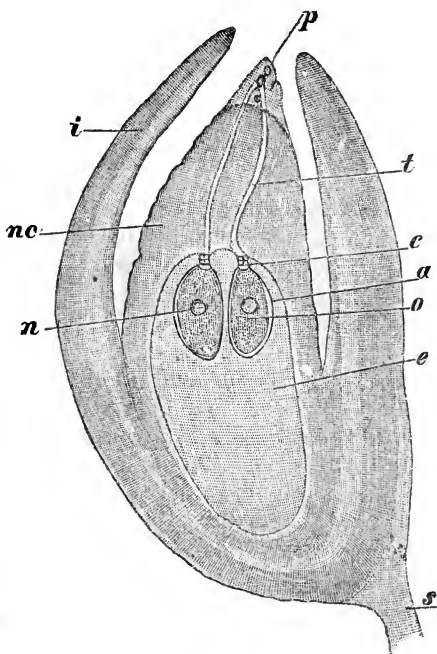


Фиг. 100. *Pinus silvestris*. Плодовая чешуйка *f* съ двумя сѣмяпочками *s* и килемъ *c*. Сзади покровная чешуйка *b*. У сѣмяпочекъ край покрова выросъ въ два придатка (*m*). Увел. 7 разъ.

свѣжемъ матеріалъ. Какъ только, именно, мужскіе цвѣты начинаютъ выпускать пыльцу, можно замѣтить удлиненіе оси въ шишечкахъ, вслѣдствіе чего плодовые чешуйки, имѣя съ своими покровными чешуйками, раздвигаются. Теперь пыльца можетъ попасть на направленные кверху плодовые чешуйки, скользнуть по нимъ въ низъ и, направляемая килемъ, попадаетъ межъ двухъ лопастей покрова. Эти лопасти позже заворачиваются и вводятъ, такимъ образомъ, пыльцу въ микропиле и до верхушки ядра сѣмяпочки. Вскорѣ послѣ опыленія плодовые чешуи снова смыкаются своими краями и склеиваются смолою. Покровныя чешуйки не развиваются дальше, равно какъ и киль плодовыхъ чешуекъ, который становится теперь безполезенъ. Красный цвѣтъ шишки переходитъ въ бурый и, наконецъ, въ зеленый, шишка постепенно опускается и принимаетъ, наконецъ, повисшее положеніе.

Разсмотримъ теперь и дальнѣйшія измѣненія, которыя происходятъ въ опыленной сѣмяпочкѣ хвойныхъ⁸⁾. Со строеніемъ сѣмяпочки мы познакомились у *Taxus* и видѣли, что въ ней, во время опыленія, зародышевый мѣшокъ представляется только въ видѣ зачатка. Затѣмъ слѣдуетъ дальнѣйшее развитіе сѣмяпочки и притомъ съ различною скоростію, смотря по тому, сколько времени должно пройти между опыленіемъ и оплодотвореніемъ. У *Taxus* оплодотвореніе происходитъ около половины іюля того же года; у сосны лишь въ слѣдующемъ году, приблизительно черезъ тринадцать мѣсяцевъ послѣ опыленія. У ели между опыленіемъ и оплодотвореніемъ протекаетъ только шесть недѣль. Въ нижеслѣдующемъ мы будемъ имѣть въ виду только сосну, такъ какъ она представляетъ нѣкоторыя преимущества для изслѣдованія. — Мы зашли бы слишкомъ далеко, если бы пожелали изслѣдовать шагъ за шагомъ увеличеніе зародышеваго мѣшка, развитіе предростковой ткани (эндосперма) и половыхъ органовъ внутри его, увеличеніе и соответственную дифференцировку всего зачатка сѣмени. Поэтому, мы сразу обратимся къ той фазѣ, на которой яйца уже вполне развились и способны къ оплодотворенію. Такая фаза достигается у обыкновенной ели (*Picea vulgaris* Lk.) около половины іюня и оплодотвореніе совершается затѣмъ въ теченіи немногихъ дней. Необходимо, поэтому, имѣть свѣжій или же положенный въ алкоголь матеріалъ. Алкогольный матеріалъ удобнѣе свѣжаго для изслѣдованія, такъ какъ онъ обнаруживаетъ яйца фиксированными. Впрочемъ, въ алкоголь должно класть не цѣлыя шишки, а отдѣльныя плодовые чешуйки. Передъ рѣзаніемъ, алкогольный матеріалъ слѣдуетъ переложить, какъ мы это уже много разъ дѣлали, въ глицеринъ, не менѣе какъ на двадцать четыре часа. — При началѣ изслѣдованія ориентируемся относительно вида цѣлой чешуи. Она имѣетъ обратно-яйцевидную форму, об-

наруживаетъ съ внутренней стороны оба зачатка сѣмени, равно какъ и очертанія «крыльевъ», которыя въ послѣдствіи отдѣляются отъ внутренней поверхности плодовой чешуи, въ видѣ тонкихъ пластинокъ ткани. Снизу, на наружной сторонѣ плодовой чешуи, можно еще замѣтить покровную чешую, которая теперь представляется сравнительно весьма малою. Сѣмяпочки, которыя намъ нужно рѣзать, легко отдѣляются иглами отъ плодовой чешуи въ неповрежденномъ состояніи. Продольные разрѣзы сѣмяпочекъ производятъ между большимъ и указательнымъ пальцами. Рѣзаніе затрудняется сравнительно сильно затвердѣвшимъ покровомъ, вслѣдствіе чего намъ необходимо нѣсколько измѣнить нашъ способъ препарирования. Ножницами разрѣзываемъ сѣмяпочку въ поперечномъ направленіи приблизительно пополамъ, затѣмъ беремъ пальцами верхнюю, т. е. содержащую верхушку сѣмяпочки половину пинсептомъ извлекаемъ изъ разрѣза верхнюю часть зародышеваго мѣшка, вмѣстѣ съ ядромъ сѣмяпочки. Продольные разрѣзы этихъ мягкихъ частей получаются уже легко. — Красящія вещества можно примѣнять только съ большою осторожностію, потому что они окрашиваютъ всю протоплазму яйцъ и легко могутъ ихъ сдѣлать непрозрачными. — Разсмотримъ сначала продольный разрѣзъ способной къ оплодотворенію сѣмяпочки при слабomъ увеличеніи. Вся сѣмяпочка, вмѣстѣ съ ея покровомъ, разрѣзаны въ перпендикулярномъ къ мѣсту ея прикрѣпленія направленіи, она намъ представляется, слѣдовательно, въ срединно-продольномъ разрѣзѣ (фиг. 101). Мы различаемъ въ ней покровъ (*i*), который развивается въ кожуру сѣмени и около половины своей высоты отдѣляется отъ ядра сѣмяпочки; ядро сѣмяпочки, которое несетъ на своей верхушкѣ

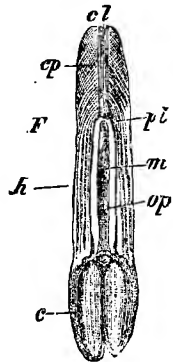


Фиг. 101. Срединно-продольный разрѣзъ способной къ оплодотворенію сѣмяпочки *Picea vulgaris* Lk. *e*—зародышевый мѣшокъ; *a*—архегоній, и именно его брюшная часть, *s*—его шейка; *n*—ядро въ яйцѣ; *nc*—ядро сѣмяпочки (nucellus); *p*—зерна цвѣтени на вершинѣ ядра сѣмяпочки; *t*—пыльцевыя трубки, проходящія по ядру сѣмяпочки; *i*—покровъ; *s*—крыло сѣмени.

Увел. 9 разъ.

зерна пыльцы (*p*), лежащая частью снаружи, частью же погруженными в ткань, некоторые произвели уже пыльцевые трубки (*t*), которые проникают через верхнюю часть ядра сѣмяпочки, чтобы достигнуть зародышевого мѣшка; зародышевый мѣшокъ (*e*) эллиптической формы, наполненный эндоспермомъ (вѣрнѣе предростковой тканью); архегоніи, которые здѣсь называли прежде корпускулами и которыхъ брюшная часть (*a*) различается легко, шейка же (*c*) трудно; внутри каждого архегоніи одно яйцо (*o*), которое въ алкогольномъ матеріалѣ представляется желто-бурымъ и содержитъ внутри большое клѣточное ядро (*n*); наконецъ, у основанія сѣмяпочки, зачатокъ крыла (*s*). — Если сдѣлать разрѣзъ по тому же направленію изъ сѣмязей, такого же возраста сѣмяпочки, то увидимъ тѣже черты строенія, но содержимое архегоніи часто окажется вытекшимъ. Если разрѣзъ коснулся некоторыхъ архегоніевъ, не вскрывши ихъ, то яйца представятся намъ въ видѣ желтоватыхъ, пѣнистыхъ протоплазматическихъ массъ, въ которыхъ едва можно различать центральное ядро или же оно, въ болѣе благоприятномъ случаѣ, имѣетъ видъ вакуоли. Яйца скорѣе страдаютъ отъ вбираемой снаружи воды; если разрѣзъ долженъ сохраняться въ теченіе болѣе продолжительнаго времени, то хорошо помѣщать его въ разбавленный водою бѣлокъ изъ куриного яйца, къ которому прибавляютъ немного камфоры, чтобы онъ долѣе не портился ⁹⁾. На такихъ препаратахъ не трудно видѣть и шейку архегоніи. Она состоитъ изъ двухъ и до четырехъ этажей клѣточекъ. Подъ шейкою можно найти маленькую клѣточку, соответствующую брюшко-канальчиковой клѣчкѣ сосудистыхъ тайнобрачныхъ; для ея образованія яйцо дѣлится незадолго до созрѣванія. Брюшная часть архегоніи окружена слоемъ плоскихъ, богатыхъ содержимымъ клѣточекъ, подобнымъ покрову, который мы наблюдали вокругъ брюшной части архегоніи папоротниковъ. Чтобы ориентироваться относительно числа и положенія архегоніевъ, производимъ рядъ послѣдовательныхъ поперечныхъ разрѣзовъ верхней части сѣмяпочки. Такимъ образомъ мы убѣждаемся, что въ вершинѣ зародышевого мѣшка находится отъ трехъ до пяти архегоніевъ, расположенныхъ въ видѣ круга. Разрѣзы, коснувшіеся вершины зародышевого мѣшка, обнаруживаютъ намъ шейки архегоніевъ сверху, въ видѣ розетокъ изъ шести и до восьми клѣточекъ. Если нашъ матеріалъ собранъ во время оплодотворенія, то некоторые пыльцевые трубки можно бываетъ прослѣдить до самаго яйца и замѣтить въ нижнемъ концѣ яйца четырехкѣлтную розетку, отъ которой въ ткань предростка идетъ четыре вмѣстѣ соединенныя трубочки. Изъ четырехъ конечныхъ клѣточекъ этихъ трубочекъ произойдетъ зародышъ.

Сѣмя созрѣваетъ въ октябрѣ. Въ это время оно легко отдѣляется, вмѣстѣ съ крыломъ, отъ плодовой чешуи. Крыло проходитъ вдоль внутренней стороны сѣмени, между этими послѣдними и плодовой чешуей, и сѣмя въ послѣдствіи легко отпадаетъ отъ крыла, оставляя на немъ вогнутое мѣсто. Клѣточки оболочки сѣмени, какъ показываютъ поперечные и продольные разрѣзы, утолщены почти до совершенной потери полости. Одна часть предростковой ткани, въ качествѣ «бѣлка» или эндосперма, сильно наполнена запасными веществами и сохранилась въ сѣмени. Она образуетъ мѣшокъ, окружающій зародышъ. Этотъ мѣшокъ открытъ со стороны микропиле и въ этомъ мѣстѣ корневой конецъ сѣмени прилегаетъ къ остаткамъ вытѣсненнаго ядра сѣмяпочки. Зародышъ легко можно вынуть изъ разрѣзаннаго вдоль сѣмени. Онъ представляется въ видѣ валика, постепенно утолщающагося къ сѣмянодолному концу. Будучи наполненъ запасными веществами, онъ бѣлаго цвѣта и непрозраченъ, подобно бѣлку сѣмени. Сдѣлавъ между пальцами срединно-продольный разрѣзъ зародыша, помѣщаемъ его въ карболовую кислоту, разбавленную небольшимъ количествомъ алкоголя. Препаратъ прекрасно просвѣтлится (гораздо лучше, чѣмъ въ ѣдкомъ кали и лучше даже, чѣмъ въ хлоралгидратѣ), такъ что можно будетъ прослѣдить каждый рядъ клѣточекъ. Мы видимъ (фиг. 102), что сѣмянодоли (с) немного короче третьей части всего зародыша, въ низу между ними видѣнъ конусъ возростанія стебелъ. Самъ стебелекъ (*cauliculus*), называемый подсѣмянодолнымъ колѣномъ (*h*) или гипокотилемъ (*Hypocotyl*), переходитъ, безъ рѣзкой границы, въ корешокъ (*radicula*). Послѣдній состоитъ главнымъ образомъ изъ конуса возростанія, который ясно обнаруживается внутри зародыша, въ видѣ плеромной верхушки (*pl*) корня, между тѣмъ какъ ряды клѣточекъ коры подсѣмянодолнаго колѣна переходятъ непосредственно въ параболическіе слои корневого чехлика (*cr*), строеніе, свойственное корнямъ всѣхъ голосѣмянныхъ, такъ какъ мы видимъ у нихъ, что ряды клѣточекъ коры корня непосредственно переходятъ въ слои клѣточекъ корневого чехлика (срав. *Thuia*, стр. 172). Вдоль продольной оси корневого чехлика проходитъ замѣтный столбикъ (*cl*) изъ табличатыхъ, прямыми рядами расположенныхъ клѣточекъ. Уже въ подсѣмянодолномъ колѣнѣ начинаетъ обособляться сердцевинная ткань (*m*), а вокругъ нея удлиненныя



Фиг. 102. Продольный разрѣзъ зрѣлаго зародыша. *c* — сѣмянодоля; *h* — подсѣмянодолное колѣно; *pl* — верхушка плеромы; *cr* — корневой чехликъ; *cl* — срединный столбикъ этого послѣдняго; *m* — сердцевина; *sp* — кольцо прокамбій въ подсѣмянодолномъ колѣнѣ. Увел. 10.

клеточки прокамбиальнаго кольца (ор), въ которомъ возникнутъ сосудистые пучки. Эти клеточки можно прослѣдить на нѣкоторомъ протяженіи и въ срединно разрѣзанныхъ сѣмянодоляхъ (срав. фигуру). — Такимъ образомъ, здѣсь въ зародышѣ уже заложены существенныя части будущаго растенія.

Примѣчанія къ XXVII-му упражненію.

1) Справ. Strasburger, Coniferen u. Gnetaceen pag. 120. Eichler, Blüthendiagramme Bd. I, pag. 58. Goebel, Grundzüge, pag. 363.

2) Strasburger, Coniferen und Gnetaceen, pag. 2.

3) Strasburger, Angiosp. u. Gymnosp. pag. 109.

4) Strasburger, Angiosp. u. Gymnosp. pag. 100. Goebel. Bot. Ztg. 1881, Sp. 681.

5) Strasburger, Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. VI. 1871. pag. 250.

6) Тамъ-же, pag. 250, Conif. u. Gnet. pag. 265

7) Strasburger, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. VI. pag. 251. Conif. u. Gnet. p. 267.

8) Справ. Strasburger, Befr. b. d. Conif.; Coniferen u. Gnetaceen p. 274, Befr. u. Zellth. a. v. O. Angiospermen und Gymnospermen pag. 140. Горожанинъ, о corpusculax и половомъ процессѣ у голосѣмянныхъ растеній. 1880.

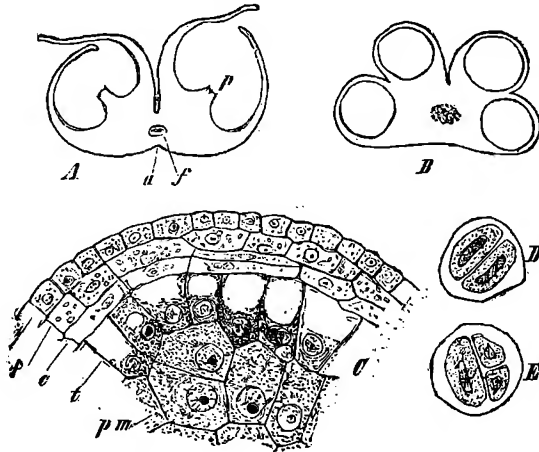
9) Strasburger, Befr. b. d. Conif. pag. 8.

XXVIII. Упражнение.

Андроцей покрытосѣмянныхъ.

Совокупность мужскихъ половыхъ органовъ цвѣтка покрытосѣмянныхъ составляетъ андроцей (androsaeum). Отдѣльная тычинка или пыльниковый листъ (stamen) ²⁾ состоитъ изъ нитевидной болѣею частью ножки, нити (filamentum), и пыльника. Последній состоитъ изъ двухъ продольныхъ половинокъ, которыя раздѣляются верхнею частію нити, называемой связникомъ. Лучше, однако, считать связникъ составною частію пыльника. Въ ткани каждой половины пыльника обыкновенно находится два пыльцевыхъ мѣшка (гнѣзда пыльника). Каждое гнѣздо соответствуетъ микроспорангію. Познакомимся сперва съ тычинкою какого-нибудь крупноцвѣтнаго растенія, напр. часто культивируемой въ садахъ *Heimerocallis fulva*. Желтая нить имѣетъ здѣсь весьма значительную длину, кверху становится тоньше и сильно заостряется у мѣста прикрѣпленія пыльника. Последній бурога цвѣта, подвижно (*versatilis*) прикрѣпленъ къ нити. Связникъ представляется съ наружной сто-

роны пыльника въ видѣ узкой полоски, проходящей между двумя половинами пыльника. Зрѣлая пыльца (pollen), разсматриваемая въ сухомъ состояніи на предметной пластинкѣ, имѣетъ форму зеренъ кофе. Она желтаго цвѣта и украшена на поверхности сѣтевидными полосками. Если во время наблюденія пустить подъ покровное стеклышко воды, то увидимъ, что каждая клѣточка цвѣтени, будучи смочена, расправляетъ свою складку, становится сильно выпуклою на соотвѣтственной сторонѣ и принимаетъ форму односторонне приплюснутаго эллипсоида. Оболочка прежде вогнутаго мѣста обнаруживаетъ сравнительно значительную толщину, безцвѣтна, не украшена рисункомъ, и рѣзко отличается отъ покрытой рисункомъ, буроватой части оболочки. Точная установка удобно лежащей цвѣтневой клѣточки показываетъ, что она окружена только одной оболочкой и что безцвѣтная часть оболочки, утончаясь на своихъ краяхъ, непосредственно переходитъ въ окрашенную часть. Между пыльцею въ препаратѣ находится вездѣ оранжевокрасное масло, пристающее также къ поверхности пыльцы и придающее ей въ сухомъ состояніи желтую окраску. Содержимое цвѣтени представляется сѣрымъ, мелкозернистымъ. По прошествіи короткаго времени, въ теченіи котораго пыльца постоянно увеличивается, она лопается и содержимое ея выходитъ червеобразно въ окружающую



Фиг. 103. *Nemeroscallis fulva*. А поперечный разрѣзъ почти зрѣлаго пыльника, гнѣзда котораго вскрыты разрѣзомъ *p* стѣнка между двумя гнѣздами; *f* сосудистый пучокъ связника. Увелич. 14. В Поперечный разрѣзъ молодого пыльника. Увелич. 28. С Часть предыдущаго поперечнаго разрѣза, одного гнѣзда. Е Эпидермисъ; *f* будущій волокнистый слой; *e* вытѣсненный позже слой; *t* выстилающій слой (*Tarpetenschicht*), въ послѣдствіи растворяющійся; *p* материнскія клѣточки цвѣтени. Увелич. 240. D и E раздѣлившіяся материнскія клѣточки цвѣтени. Увелич. 240.

воду. Въ сахарномъ растворѣ надлежащей концентрации цвѣтъ округляется, не лопающъ, и можетъ быть наблюдаема въ неповрежденномъ видѣ. Если подѣйствовать на цвѣтъ концентрированной сѣрной кислотой, то безцвѣтная, не окрашенная часть ея стѣнки сейчасъ-же растворяется, а покрытая рисункомъ, буроватая, напротивъ, сохраняется: она кутинизирована. Въ открытомъ пыльникѣ, въ которомъ цвѣтъ имѣетъ складку, кутинизированный слой долженъ защищать всю цвѣтневую вѣточку. Какъ это видно на сухой цвѣтени, края кутинизированной части оболочки сходятся вдоль складки, такъ что не кутинизированная часть совершенно скрывается въ складкѣ. Она обнаруживается только на швѣ, когда цвѣтъ въ этомъ мѣстѣ разбухаетъ и вырастаетъ въ цвѣтневую трубку. Экзиніумъ и интиніумъ, т. е. особый наружный и внутренній край, у цвѣтени *Neomerocallis fulva*, какъ мы видимъ, различать нельзя, такъ какъ стѣнка нигдѣ не обнаруживаетъ двойнаго строенія. Ея кутинизированная часть функционируетъ, именно, какъ экзиніумъ, между тѣмъ какъ не кутинизированная имѣетъ такое значеніе, какое въ другихъ случаяхъ принадлежитъ интиніуму. Подъ вліяніемъ сѣрной кислоты структура кутинизированной части оболочки становится очень ясною. Разсматриваемая сверху, при сильномъ увеличеніи, она обнаруживаетъ меандрическую сѣтъ съ красными, волнистыми стѣнками. Во многихъ петляхъ видно синее съ неправильными очертаніями тѣло, которое представляетъ собою масло, прежде имѣвшее желтый цвѣтъ, но отъ сѣрной кислоты посинѣвшее. Сама-же кутинизированная часть оболочки пожелтѣла. Если теперь сдѣлать установку относительно оптическаго разрѣза, то легко можно различить сплошной внутренній слой оболочки, на которомъ сидятъ выдающіяся полоски. Наружный край полосокъ разбухъ, вслѣдствіе чего они представляются на оптическомъ разрѣзѣ булабовидными. При разсматриваніи съ плоскости, поля петель представляются покрытыми на днѣ мелкими точками, а оптическій разрѣзъ показываетъ, что точки эти въ дѣйствительности маленькіе бугорки, сидящіе на внутреннемъ слое оболочки. Послѣ дѣйствія сѣрной кислоты въ теченіи нѣсколькихъ часовъ, оболочка становится краснубурою, между тѣмъ какъ содержимое цвѣтени принимаетъ въ тоже время розовый цвѣтъ, отношеніе, нерѣдко обнаруживаемое протоплазмой къ сѣрной кислотѣ. 2) Въ 25% растворѣ хромовой кислоты некутинизированная часть оболочки и содержимое цвѣтени быстро растворяются, между тѣмъ какъ кутинизированная часть сохраняется болѣе долгое время; наконецъ, отъ послѣдняго сохраняется только сѣтка, которая позже тоже исчезаетъ.

Сдѣлаемъ теперь поперечные разрѣзы пыльниковъ; лучше всего взять сначала цвѣточную почку, достигшую двухъ третей

своей длины, и сдѣлать изъ нея поперечные разрѣзы. Затѣмъ иглами удаляютъ изъ препарата поперечные разрѣзы листьевъ околоцвѣтника. Хотя мы избрали для изслѣдованія такой молодой цвѣтокъ, но всѣ гнѣзда пыльниковъ оказываются уже открытыми. Это потому, что открываніе ихъ происходитъ весьма легко и обуславливается, при дѣланіи разрѣзовъ, давленіемъ бритвы. Прилагаемое изображеніе (фиг. 103. А) поможетъ намъ оріентироваться. Стѣнки гнѣздъ отрываются отъ перегородки, раздѣляющей гнѣзда каждой половины пыльника (въ *p*), причемъ уменьшаются ихъ изгибъ. Обѣ половины пыльника соединены между собою связникомъ, по которому проходитъ сосудистый пучокъ (*f*). Если рассмотримъ нашъ поперечный разрѣзъ при болѣе сильномъ увеличеніи, то увидимъ снаружи его эпидермисъ изъ плоскихъ, наполненныхъ фіолетовымъ ячеичковымъ сокомъ клѣточекъ. Эти клѣточки эпидермиса выпуклы наружу. У краевъ стѣнокъ гнѣздъ высота ихъ быстро уменьшается. Въ этомъ мѣстѣ происходитъ отрываніе отъ средней перегородки. По всей поверхности пыльника разсѣяны дыхательныя устья. Подъ ними лежатъ небольшая дыхательная полость. За эпидермисомъ слѣдуетъ въ стѣнкѣ гнѣзда одинъ слой сравнительно высокыхъ, съ кольчатыми утолщеніями клѣточекъ, это такъ называемый волокнистый слой. Кольца стоятъ въ этихъ клѣточкахъ перпендикулярно къ поверхности, мѣстами переходятъ въ спиральныя обороты и, кромѣ того, во многихъ мѣстахъ сѣтевидно анастомозируютъ. Къ спинной сторонѣ пыльника стѣнки гнѣздъ постепенно утолщаются, вслѣдствіе того что слой волокнистыхъ клѣточекъ удваивается. Остальная масса пыльника состоитъ изъ волокнистыхъ клѣточекъ. Только клѣточки, окружающія сосудистый пучокъ связника, равно какъ и тѣ (*p*), которыя образуютъ перегородку между гнѣздами, не имѣютъ утолщеній. Чтобы сдѣлать плоскостные разрѣзы пыльниковъ, беремъ опять цвѣточную почку, выросшую до двухъ третей своей величины. Плоскостные разрѣзы показываютъ намъ, что клѣточки эпидермиса расположены надъ гнѣздами продольно, а клѣточки волокнистаго слоя — поперечно. Иное замѣчается на спинной сторонѣ пыльника, гдѣ клѣточки болѣе изодіаметричны. Надъ гнѣздами полосы утолщеній выражены съ наружной стороны слабѣе, часто даже едва замѣтны. При высыханіи внутрення, т. е. обращенная къ полости клѣточекъ, пластинки полосокъ утолщенія сокращаются сильнѣе наружныхъ, вслѣдствіе чего происходитъ растрескиваніе гнѣздъ. У покрытосѣмянныхъ, подобно тому какъ у *Taxus*, внѣшняя поверхность волокнистыхъ клѣточекъ часто совершенно не имѣетъ утолщенія, такъ что полосы ихъ утолщеній представляютъ U—образныя или корзинкообразныя фигуры, обращенныя отверстіемъ наружу; понятно что подобное устройство помогаетъ стѣнкамъ дѣлаться

съ наружной стороны вогнутыми. — Чтобы съ точностію опредѣлить отношеніе нити къ пыльнику, сдѣлаемъ еще срединно-продольный разрѣзъ верхней части тычинки, разрѣзъ, который вмѣстѣ съ тѣмъ пройдетъ между обѣими половинами пыльника. Мы увидимъ, что нить у мѣста своего прикрѣпленія сильно утончается. Ея пучокъ переходитъ въ связникъ и проходитъ по послѣднему, постепенно исчезая, почти до самой вершины пыльника. Окружающія сосудистый пучокъ, неволокнистыя клѣточки можно видѣть и здѣсь, переходящими изъ нити въ связникъ. — Чтобы получить поперечный разрѣзъ съ закрытыми гнѣздами пыльника, выбираемъ все болѣе и болѣе молодыя цвѣточные почки, пока не получимъ требуемаго (фиг. 103 B).

Если теперь сдѣлаемъ поперечные разрѣзы цвѣточныхъ почекъ, достигшихъ длины около 6 или 7 *mm.*, то въ стѣнкахъ гнѣздъ, кромѣ эпидермиса, найдемъ еще (фиг. 103, с, е) два или три слоя плоскихъ (*f*, *c*) и одинъ слой радіально удлинненныхъ клѣточекъ (*t*). Послѣднія окружаютъ все гнѣздо. Полость гнѣзда заполнена многогранными материнскими клѣточками цвѣтени.

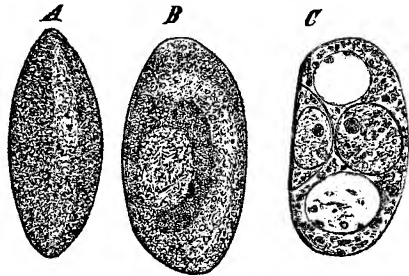
Если затѣмъ сдѣлаемъ поперечные разрѣзы цвѣточныхъ почекъ, длина которыхъ около 1 *cm.*, то увидимъ материнскія клѣточки цвѣтени уже изолированными и дѣлящимися. Эти материнскія клѣточки цвѣтени отличаются своими бѣлыми, толстыми, сильно преломляющими свѣтъ стѣнками, содержимое ихъ раздѣлилось на двѣ или даже на четыре клѣточки, которыя расположены въ одной (фиг. 103 D) или двухъ перекрещивающихся плоскостяхъ (фиг. 103 E). Цвѣтень развивается, слѣдовательно, подобно спорамъ, дѣленіемъ материнскихъ клѣточекъ на четыре части. Стѣнка пыльника устлана «выстилающими клѣточками» (Tapetenzellen), которыя наполнены желтобурымъ содержимымъ. Онѣ произошли изъ самаго внутренняго, окружающаго гнѣздо слоя (*t*). Въ нѣсколько болѣе старыхъ цвѣточныхъ почкахъ стѣнки материнскихъ клѣточекъ цвѣтени уже растворились, молодыя клѣточки лежатъ свободно; выстилающія клѣточки болѣею частью утратили свое самостоятельное значеніе, ихъ содержимое расположилось между молодыми клѣточками пыльца. Слой плоскихъ клѣточекъ (*f*), лежавшихъ подъ эпидермисомъ, сильно выросъ и образуетъ волокнистый слой, между тѣмъ какъ слѣдовавшій за нимъ слой раздавленъ и разрушенъ. Какъ показываютъ еще болѣе старыя почки, не потребленная еще часть выстилающихъ клѣточекъ, особенно на периферіи гнѣзда, принимаетъ интенсивную желтобурую окраску, маслянисто блестящій видъ и образуетъ, такимъ образомъ, маслянистое вещество, которое находится вокругъ клѣточекъ цвѣтени, а не на нихъ.

Виды *Lilium* представляютъ тоже, что *Nemerocallis*. Но явленія дифференцировки происходятъ въ ихъ пыльникахъ нѣ-

сколько позже. Въ цвѣточныхъ почкахъ *Lilium candidum*, *Scotus* и др., достигшихъ длины двухъ сантиметровъ, материнскія клѣточки отличаются по желтобурому цвѣту ихъ содержимаго. Гиподермальные, равно какъ и всѣ прочія клѣточки, получающія позже утолщенія, сильно наполнены зернами крахмала.

Funkia ovata представляетъ весьма удобный объектъ для изслѣдованія и подобна *Nemeroscallis* и *Lilium*, тоже и *Agapanthus umbellatus* и мн. др. Удобны также *Tulipa* и *Hyacinthus orientalis*. У *Tulipa* нить такъ сильно заостряется подъ пыльникомъ, что этотъ послѣдній можетъ вращаться; у *Hyacinthus* пыльники почти сидящія на околоцвѣтникахъ.

Не такъ хорошо рѣжется *Tradescantia virginica*; мы изслѣдуемъ ее въ отношеніи цвѣтени. Поперечные разрѣзы цвѣточныхъ почекъ, достигшихъ двухъ третей своей окончателной величины, представляютъ намъ половины пыльника, сильно раздвинутыя сравнительно сильно вытянутымъ въ ширину связникомъ. Стѣнки гнѣздъ редуцированы на два слоя и образовались уже утолщенія у клѣточекъ внутренняго слоя.



Фиг. 104. *Tradescantia virginica*. А Клѣточка цвѣтени сухая, В въ водѣ, С молодая цвѣтень въ водѣ, видна вегетативная клѣточка. Увелич. 540.

Молодые клѣточки цвѣтени лежатъ въ желтобуромъ веществѣ, которое происходитъ, какъ мы уже знаемъ, изъ выстилающихъ клѣточекъ. Перегородка между двумя половинами пыльника здѣсь такъ развита и такъ сильно выдается впередъ, что снаружи между двумя гнѣздами углубленіе едва замѣтно. Въ мѣстѣ прикрѣпленія стѣнокъ гнѣздъ къ перегородкѣ, волокнистый слой вдругъ прекращается и въ этомъ именно мѣстѣ происходитъ позже и открываніе. Разсматриваніе стѣнокъ гнѣздъ съ плоскости и въ данномъ случаѣ обнаруживаетъ продольное расположеніе эпидермиса, поперечное волокнистаго слоя и почти полное отсутствіе утолщеній на наружныхъ стѣнкахъ клѣточекъ.

Если рассмотримъ въ лупу тычинки изъ готовой къ распусканію почки, то увидимъ, что красивые сѣрножелтаго цвѣта пыльники прикрѣплены къ фіолетовымъ нитямъ, покрытымъ фіолетовыми волосками. Сухія клѣточки цвѣтени имѣютъ теперь съ одной стороны складку (фиг. 104 А). Въ водѣ складка расправляется и цвѣтень становится почти эллипсоидальною, но болѣе выпуклою на сторонѣ, соответствующей складкѣ. Ея оболочка украшена нѣжнымъ меандрическимъ рисункомъ; вогнутая часть обнаруживаетъ такую же структуру и отличается только

немного болѣе свѣтлой окраской и болѣе слабой кутинизаціей. Въ мелкозернистомъ содержимомъ можно различать два болѣе свѣтлыхъ, гомогенныхъ пятна. Это два клѣточныхъ ядра, изъ которыхъ одно имѣетъ червеобразную, а другое эллиптическую форму. Прочее содержимое цвѣтени весьма равномерно мелкозернистое. Черезъ нѣкоторое время цвѣтень начинаетъ лопаться, причемъ ядра выдавливаются вмѣстѣ съ содержимымъ. Оба ядра можно прекрасно видѣть, если раздавить цвѣтень въ каплѣ уксуснокислаго-метилъгрюнъ или уксуснокислаго іодгрюнъ. Червеобразное ядро окрашивается сильнѣе и при своемъ выходѣ часто значительно вытягивается. Если цвѣтень положить въ названные реактивы, то ядра представятся намъ въ ихъ натуральномъ положеніи внутри цвѣтени и притомъ червеобразное ядро очень сильно, а эллиптическое опять слабѣе окрашеннымъ. Прочія части цвѣтени остаются въ то же время неокрашенными. — Если цвѣтень лежитъ въ водѣ, къ которой прибавлена капля раствора іода въ іодистомъ кали, то увидимъ, раздавивъ цвѣтень, въ вышедшемъ и окрасившемся въ желтобурый цвѣтъ содержимомъ, окрашенныя въ синій цвѣтъ зернышки крахмала. — Перейдемъ теперь къ изслѣдованію болѣе молодыхъ цвѣтотъ, вынемъ изъ цвѣточныхъ почекъ, величиною въ 6 *mm.*, пыльникъ и раздавимъ его въ водѣ; въ такомъ случаѣ мы увидимъ цвѣтень частію съ однимъ клѣточнымъ ядромъ, частію же такую, какъ на фиг. 103 с, у которой два ядра лежатъ очень близко другъ возлѣ друга. Но эти ядра отдѣлены одно отъ другаго посредствомъ перегородки, имѣющей форму часового стекла, которая окружаетъ одно ядро, вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ протоплазмы. Эта плоская съ основаніемъ, почти круглая клѣточка лежитъ всегда на болѣе плоской сторонѣ цвѣтени, въ послѣдствіи противоположной складкѣ. Въ нѣсколько болѣе старыхъ цвѣточныхъ почкахъ можно видѣть, что эта клѣточка отдѣлилась отъ стѣнки цвѣтени и лежитъ свободно въ ея содержимомъ. Она вытянулась въ длину, соответственно сѣзусилась и, вмѣстѣ съ тѣмъ, заострилась на обоихъ концахъ; за исключеніемъ обоихъ своихъ концовъ, она заполнена своимъ ядромъ.⁴⁾ Въ почти зрѣлой цвѣтени особая граница этого ядра исчезаетъ, оно лежитъ поэтому совершенно свободнымъ и еще больше червеобразно вытянулось. Сравненіе съ голосѣянными прежде всего вызываетъ предположеніе, что маленькая клѣточка есть клѣточка вегетативная; въ дѣйствительности же это генеративная клѣточка и именно ея сильнѣе окрашивающееся ядро участвуетъ въ оплодотвореніи. — Различіе въ окраскѣ генеративнаго и вегетативнаго клѣточного ядра обыкновенно гораздо значительнѣе, чѣмъ у *Tradescantia*. — Описанныя наблюденія, на сколько они касались очень молодыхъ стадій, можно было производить въ чистой водѣ; для болѣе старыхъ фазъ необходимо

прибѣгать къ помощи метилгрюнъ — или іодрюнъ — уксусной кислотѣ.—Виды *Leucosium* совершенно подобны *Tradescantia*.

Если вскрыть готовую къ распусканію почку *Oenothera biennis*, то найдемъ, что пыльники уже порастрескивались и выпорожили свою цвѣтень. Последняя удерживается между пыльниками посредствомъ висцинообразныхъ нитей. Если перенести такія нити на предметную пластинку, то онѣ представляются подъ микроскопомъ въ видѣ чрезвычайно нѣжныхъ, частию прямо вытянутыхъ, частию волнисто извивающихся пучковъ. Цвѣтень въ сухомъ состояніи непрозрачна, но ихъ трехъугольная форма сразу бросается въ глаза. Въ водѣ, при болѣе сильномъ увеличеніи, она представляется въ видѣ нѣсколько плоскихъ, равносторонне трехъугольныхъ тѣлъ, съ бородавчато выдающимися углами. У основанія каждой такой бородавки замѣчается кольцообразное утолщеніе оболочки. Содержимое цвѣтени мелкозернисто; присутствіе обоихъ ядеръ въ содержимомъ зрѣлой цвѣтени открывается чрезвычайно трудно. Въ сѣрной кислотѣ оболочка цвѣтени принимаетъ краснобурый цвѣтъ. При этомъ отъ внутренняго, болѣе толстаго, краснобураго слоя оболочки отдѣляется, образуя складки, наружный слой, тонкій, окрашенный въ желтый цвѣтъ. Оба слоя соединяются въ стѣнкахъ бородавокъ. На внутреннихъ стѣнкахъ бородавокъ выдаются зубцы, такъ что стѣнки эти кажутся пористыми. Верхушки бородавокъ растворяются въ сѣрной кислотѣ. Тонкія нити, соединяющія цвѣтень, противустоятъ дѣйствию воды, сѣрной кислоты и ѣдкаго кали и не растворимы также и въ алкоголь. Если обработать цвѣтень 25% хромовой кислотой, то ея оболочка вскорѣ растворяется, и притомъ сильно кутинизированныя части нѣсколько раньше не кутинизированныхъ или слабо кутинизированныхъ, которыя остаются на выдающихся бородавкахъ содержимаго, въ видѣ безцвѣтныхъ, разбухшихъ колпачковъ. Нѣсколько позже и они растворяются, а наконецъ дѣйствию хромовой кислоты поддаются и висциновые нити между цвѣтенью. Съ рыльца болѣе стараго цвѣтка можно снять цвѣтень, пустившую уже трубку. Трубка развивается обыкновенно только изъ одной бородавки или-же только одна изъ образовавшихся трубочекъ развивается дальше. Оболочка трубочки переходитъ безъ перерыва въ боковыя стѣнки бородавки, особаго интимума, отграниченнаго отъ наружнаго слоя, не существуетъ. ⁵⁾ Въмѣсто *Oenothera*, для изслѣдованія годятся также *Epilobium* или *Fuchsia*.

Разсмотримъ еще нѣкоторые другіе цвѣтени, имѣющія характерную форму. *Malvaceae* отличаются особенно крупною цвѣтенью; разсмотримъ цвѣтень *Althaea rosea*. Въ водѣ она представляется шаровидною, непрозрачною, покрытою безцвѣтными шипами. Она становится прекрасно прозрачною въ карболовой кислотѣ и хлоралгидратѣ, гораздо меньше въ гвоздичномъ маслѣ,

еще меньше въ лимонномъ маслѣ. Лучше всего препараты въ карболовой кислотѣ, такъ что мы будемъ держаться этихъ послѣднихъ. Поверхностный видъ цвѣтени въ такихъ препаратахъ показываетъ, что безцвѣтная оболочка усажена на приблизительно равныхъ разстояніяхъ большими, острыми шипами. Между ними находятся другіе, тупые, короткіе, различной толщины. Оболочку прободаютъ равномерно распределенныя отверстія, которыя представляются розовыми. Основная поверхность оболочки покрыта мелкими точками. Содержимое цвѣтени является равномерно мелкозернистымъ, клѣточныя ядра обнаруживаются весьма трудно. Оптический разрѣзъ цвѣтени очень ясно обнаруживаетъ форму большихъ и мелкихъ шиповъ и прободающихъ оболочку каналовъ. Очень нѣжный, существующій въ дѣйствительности интиніумъ, обнаруживается только въ видѣ контура вокругъ содержащаго; онъ вдаётся немного соскообразно въ каналы экзиніума. Въ концентрированной сѣрной кислотѣ экзиніумъ вскорѣ окрашивается въ краснобурый цвѣтъ и очень ясно обнаруживаетъ свое строеніе и въ этомъ случаѣ.

Такія же особенности представляетъ цвѣтень и большинства другихъ мальвовыхъ растений. У часто разводимой *Malva crispa*, напримѣръ, цвѣтень устроена совершенно такимъ же образомъ, но съ тою лишь разницею, что всѣ шипы одинаковой величины; между шипами распределены мѣста образованія цвѣтневыхъ трубочекъ и, кромѣ того, оболочка покрыта мелкими точками.

Крупная цвѣтень различныхъ видовъ *Cucurbita* издавна обращалъ на себя вниманіе, благодаря крышечкамъ, покрывающимъ въ экзиніумѣ мѣста для выхода цвѣтневыхъ трубочекъ. Въ водѣ изъ поверхности экзиніума выступаютъ желтыя капельки масла, цвѣтень вскорѣ выпускаетъ свое содержимое и тогда обнаруживается строеніе оболочки. Экзиніумъ покрытъ равномерно распределенными большими шипами, между которыми находятся многочисленные мелкіе шипы. Мѣста для выхода цвѣтневыхъ трубочекъ круглыя, крышечки односторонне или совершенно приподняты выпятившимся наружу интиніумомъ. Крышка имѣетъ такое же строеніе, какъ и прилежащій экзиніумъ и снабжена однимъ или нѣсколькими шипами. Очень хорошіе препараты получаютъ въ лимонномъ маслѣ, менѣе пригодные въ гвоздичномъ маслѣ. Съ другой стороны, препараты въ хлоралгидратѣ должно предпочесть препаратамъ въ карболовой кислотѣ. Словомъ, для каждаго объекта необходимо путемъ опыта опредѣлять наилучшій способъ просвѣтленія. На препаратахъ въ лимонномъ маслѣ и хлоралгидратѣ опредѣляемъ положеніе крышечки въ экзиніумѣ, въ который онъ вклиниваются своимъ нѣсколько расширеннымъ основаніемъ. Подъ крышечкою видно утолщеніе интиніума. Въ сѣрной кислотѣ капли масла на экзиніумѣ синѣютъ. Экзиніумъ медленно бурѣетъ.

Крышечки сбрасываются выступающим наружу содержимымъ. Въ 25% хромовой кислотѣ вся оболочка цвѣтени вскорѣ растворяется; интиніумъ противустойтъ ея дѣйствию нѣсколько дольше и представляется въ моментъ исчезновенія экзиніума въ видѣ сильно разбухшей, гомогенной оболочки. Цвѣтень опорожнилась еще раньше, и это значительно облегчаетъ наблюдение интиніума. Въ сѣрной кислотѣ, напротивъ, немедленно растворяется интиніумъ, между тѣмъ какъ экзиніумъ сохраняется, а выступившее содержимое, какъ и въ другихъ случаяхъ, постепенно окрашивается въ розовый цвѣтъ.

Изъ сложныхъ цвѣтневыхъ зеренъ, которые встрѣчаются какъ у односѣмянныхъ, такъ и у двусѣмянныхъ, рассмотримъ пыльцу *Calluna vulgaris*. Зерна соединены по четыре и сгруппированы большею частію тетраэдрически. Оболочка цвѣтени обнаруживаетъ лишь небольшія выпуклости и снабжена обыкновенно тремя мѣстами выхода цвѣтневыхъ трубочекъ для каждаго зерна.—Тоже въ главнѣйшихъ чертахъ представляетъ цвѣтень видовъ *Erica*, *Azalea* и *Rhododendron*.—У видовъ *Asasia*, и вообще у мимозъ, ⁶⁾ зерна цвѣтени представляютъ группы изъ 4, 8, 12 и 16, даже изъ большаго числа клѣточекъ, но могутъ быть и простыми.

Въ 3—30% сахарномъ растворѣ, содержащемъ 1,5% желатины, большая часть зеренъ цвѣтени легко производитъ цвѣтневые трубочки, въ которыхъ прекрасно видно движеніе протоплазмы. Навѣрное и быстро происходитъ образованіе цвѣтневыхъ трубочекъ въ 5% сахарномъ растворѣ съ 1,5% желатины у *Raeonia*, *Staphylea*, а также у *Tradescantia*, если зерна цвѣтени взяты изъ только-что распустившихся цвѣтвъ. Наиболѣе благопріятный объектъ представляютъ можетъ быть виды *Lathyrus* въ 15% сахарномъ растворѣ съ 1,5% желатины. Эти растворы должны быть свѣжеприготовленными, а постѣвъ лучше всего производить въ висящей каплѣ, во влажной камерѣ (стр. 219)

Примѣчанія къ XXVIII упражненію.

¹⁾ Относительно тычинокъ и цвѣтени срав. v. Mohl, Ueber den Bau und die Formen der Pollenkörner 1834.—Fritsche, Ueber den Pollen. Mém. de sav. étrang. 1836.—Naegeli, Zur Entwicklungsg. d. Poll. bei den Phan. 1842.—Schacht, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. II, pag. 109.—Warming in Hansteins bot. Abh. Bd. II, Heft II. Strasburger, Befr. und Zellth. pag. 15 und Bau der Zellhäute pag. 86.—Elfving, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XIII, pag. 1.—Goebel, Grundz. d. Syst. etc. pag. 398.—Luerssen, Grundz. d. Bot. III. Aufl.

pag. 359; Med. Pharm. Bot. Bd. II, pag. 198.—Prantl, Lehrb. d. Bot. IV Aufl., pag. 192.—Въ цитированныхъ сочиненіяхъ указана прочая литература.

²) Sachs, Bot. Ztg., 1862, pag. 242.

³) Warming in Hanstein's bot. Abh. Bd. II, Heft II.—Goebel, Grundzüge, pag. 409.

⁴) Справ. по этому поводу Elfving, Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XIII, pag. 12.

⁵) Strasburger, Bau d. Zellh., pag. 95; здѣсь-же и исторія развитія.

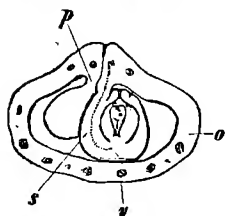
⁶) Rosanoff, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. IV, pag. 441.—Engler, тамъ-же Bd. X, pag. 277. Здѣсь и прочая литература.

XXIX. Упражненіе.

Гинецей покрытосѣмянныхъ.

Познакомимся сперва въ самыхъ общихъ чертахъ съ строеніемъ завязи. ¹) Для этой цѣли весьма удобно растеніе изъ лютиковыхъ (Ranunculaceae), напримѣръ *Delphinium Ajacis*, кавалерскія шпоры садовъ. Беремъ болѣе старый цвѣтокъ, съ котораго легко удалить лепестки и тычинки, и рассмотримъ три плодника, занимающихъ центральное положеніе. Уже разсматриваніе снаружи позволяетъ различать въ плодникѣ нижнюю, расширенную часть — завязь (germen, ovarium) и тонкую, въ данномъ случаѣ розоваго цвѣта часть, въ которую сужается плодникъ, столбикъ (stylus). Последній заканчивается рыльцемъ (stigma), которое, въ данномъ случаѣ, не обособляется, но лишь заканчиваетъ собою столбикъ. — Сдѣлаемъ теперь поперечные разрѣзы изъ всѣхъ трехъ завязей сразу и разсмотримъ ихъ при слабомъ увеличеніи, прибавивъ немного йодка кали. Поперечный разрѣзъ (фиг. 105) показываетъ намъ по одной полости въ каждой завязи. Очевидно, что каждая завязь образована только однимъ плодолистикомъ. Мы должны себѣ представить плодолистикъ завернутымъ внутрь, со сросшимися здѣсь краями. На подобное происхожденіе указываетъ также и «брюшной шовъ», который мы находимъ на срединной линіи завязи, на ея сторонѣ, обращенной къ серединѣ цвѣтка. Такая завязь, образуемая однимъ плодолистикомъ, называется мономерною; если въ цвѣткѣ, какъ въ данномъ случаѣ, собрано нѣсколько такихъ мономерныхъ завязей, то цвѣтокъ получаетъ названіе поликарпическаго. Завязи здѣсь свободны до самаго своего основанія и только основаніемъ прикрѣпляются къ «цвѣтоложу», поэтому онѣ называются верхними. Весь женскій поло-

вой аппаратъ цвѣтка, все равно, состоитъ ли онъ изъ одного или изъ многихъ плодниковъ, называется гинецеемъ.—Наши



Фиг. 105. *Delphinium Ajacis*. Поперечный разрѣзъ завязи. *o* стѣнка завязи; *p* сосудистые пучки въ ней; *p* плацента; *s* зачатокъ сѣмени. Увелич. 18.

соотвѣтственно числу плацентъ, находится два ряда сѣмяпочекъ (*ovula*) (*s*). Сѣмяпочками мы займемся позже, а потому сохранимъ свои препараты.

Въ цвѣткахъ *Butomus umbellatus* находимъ, какъ и у *Delphinium*, нѣсколько плодниковъ, именно шесть; но эти плодники свободны только въ верхнихъ своихъ частяхъ, нижнія же половины ихъ срастаются между собою боками и ихъ нельзя изолировать безъ поврежденія. Столбикъ очень короткій, и верхній край его представляетъ собою рыльце. Сдѣлаемъ поперечные разрѣзы свободныхъ и сросшихся частей плодниковъ. Свободныя верхнія части представляютъ въ отношеніи плодолистника тоже, что и у *Delphinium*, и отдѣльные плодолистники тоже разграничены до самаго основанія, но въ нижнихъ частяхъ ихъ уже нельзя безъ поврежденія отдѣлить другъ отъ друга, даже на поперечныхъ разрѣзахъ. Мы имѣемъ дѣло у *Butomus* съ образованіемъ среднимъ между поликарпическими и монокарпическими цвѣтами, и этотъ примѣръ представляетъ хорошій переходъ къ многогнѣзднымъ плодникамъ, образованнымъ болѣе чѣмъ изъ одного плодолистника. Кромѣ того, для насъ ново у *Butomus* еще и другое явленіе. Сѣмяпочки сидятъ не только на краяхъ, но располагаются и на всей внутренней поверхности плодолистниковъ, за исключеніемъ срединной части: онѣ «стѣнкоположны» (*flächeständig*). Вся стѣнка усажена сѣмяпочками и играетъ роль плаценты. Въ мѣстѣ прикрѣпленія каждой сѣмяпочки видѣнъ тонкій сосудистый пучокъ, идущій въ сѣмяпочку. Это вѣтви сильнѣе развитыхъ и глубже лежащихъ въ ткани большихъ сосудистыхъ пучковъ.

У лилейныхъ верхняя завязь; изслѣдованіе тюльпана, гиацинта, лиліи или *Nemeroscallis* даетъ тотъ же результатъ. У

гiацинта столбикъ короткий, рыльце маленькое, слабо трехраздѣльное. У *Немегосallis* столбикъ очень длинный, тоже съ трехраздѣльнымъ, но очень маленькимъ рыльцемъ. — Поперечные разрѣзы представляютъ намъ трехгнѣздную завязь, состоящую изъ трехъ сомкнувшихся и сросшихся между собою плодолистиковъ. Здѣсь ни съ боковъ, ни по срединѣ нельзя распознать границы между тканями отдѣльныхъ плодолистиковъ и все образованіе покрыто снаружи однимъ непрерывнымъ эпидермисомъ. Такимъ образомъ три плодолика образуютъ, въ данномъ случаѣ, одну полимерную, трехгнѣздную завязь. Каждый изъ трехъ плодолистиковъ, составляющихъ эту трехгнѣздную завязь, несетъ, соответственно двумъ своимъ краямъ, два ряда стѣмпочекъ, т. е. пляценты помѣщаются здѣсь во внутреннихъ углахъ гнѣздъ завязи. Пляцентація здѣсь, слѣдовательно, краположная, какъ у *Delphinium*. Такъ какъ она отходитъ отъ обращенныхъ къ срединѣ угловъ гнѣздъ, то ее называютъ также центральной. Поперечные разрѣзы столбика *Немегосallis* обнаруживаютъ въ немъ срединный, треугольный ходъ, «пыльцевой ходъ» (*Staubweg*). Три сосудистыхъ пучка расположены вдоль трехъ краевъ пыльцеваго хода. Продольный разрѣзъ верхушки столбика, а слѣдовательно и рыльца, показываетъ намъ, что на поверхности этого послѣдняго выростають длинные сосочки. Такое явленіе весьма часто наблюдается на рыльцахъ; но *Немегосallis* представляетъ еще ту интересную особенность, что кутикула сосочковъ приподнимается, вслѣдствіе образованія слизи. Кутикула эта покрыта спиральной полосатостью и, соответственно этому, приподнимается въ спиральномъ направленіи. Подъ конецъ кутикула совершенно отдѣляется отъ внутреннихъ слоевъ оболочки и сбрасывается съ сосочковъ. — У другихъ лилейныхъ мы тоже нашли бы полый столбикъ; но, въ большинствѣ случаевъ, столбикъ, напротивъ, сплошной, наполненъ клеточками, которыя легко разъединяются въ боковомъ направленіи или, по крайней мѣрѣ, снабжены разбухающими боковыми стѣнками, между которыми цвѣтневые трубки легко могутъ расти внизъ.

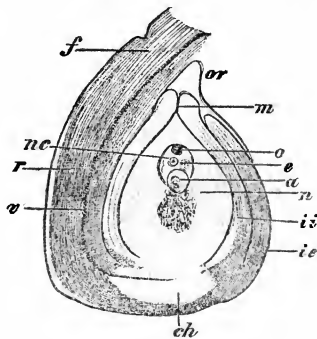
Цвѣты видовъ *Primula* имѣютъ верхнюю завязь. Они диморфны, т. е. они имѣютъ завязи, снабженныя короткими и длинными столбиками и высоко или низко прикрѣпленныя къ вѣничку тычинки. Срединно-продольный разрѣзъ завязи показываетъ намъ, что цвѣточная ось вдается въ полость завязи и здѣсь утолщается въ видѣ шляпки гриба. По срединѣ шляпка сосочкообразно вдается въ пыльцевой ходъ столбика. Вся поверхность этого грибовиднаго расширенія усажена стѣмпочками. Мы имѣемъ дѣло съ свободною центральной пляцентою. Стѣнка завязи нигдѣ не соединяется съ этою пляцентою. Въ этомъ мы вполне убѣждаемся на поперечныхъ разрѣзахъ, на

которыхъ стѣнка завязи представляется въ видѣ свободного кольца вокругъ центральной пляценты. Кольцо не обнаруживаетъ также никакихъ признаковъ, по которымъ можно было-бы опредѣлить число плодолистиковъ, образующихъ стѣнку завязи; но на основаніи числа другихъ частей цвѣтка, равно какъ и потому, что у нѣкоторыхъ *Primulaceae* плодовая коробочка снабжена пятью зубцами, принимаемъ пять плодолистиковъ. У *Primula* коробочка открывается неопредѣленнымъ числомъ зубцовъ.—Вмѣсто *Primula*, съ такимъ-же успѣхомъ могутъ служить для изслѣдованія виды *Lysimachia* или *Anagallis*, всѣ они имѣють сѣмяпочки, сидящія на свободной, центральной пляцентѣ.

Изслѣдуемъ теперь нижнюю завязь, а именно завязь *Eripractis palustris* или другого орхиднаго. Бурая завязь помѣщается ниже мѣста прикрѣпленія прочихъ частей цвѣтка. Для разрѣзовъ выбираемъ молодой зачатокъ плода, надъ которымъ листья околоцвѣтника уже начали бурѣть. Поперечные разрѣзы весьма поучительны, они показываютъ намъ одногнѣздную завязь, стѣнка которой снабжена, на равныхъ другъ отъ друга разстояніяхъ, тремя двойными парами пляцентъ. Пляценты многократно расщепляются на своихъ краяхъ и несутъ большое число сѣмяпочекъ. Стѣнка завязи снабжена съ наружной стороны шестью выдающимися ребрышками; три ребрышка соотвѣтствуютъ мѣстамъ прикрѣпленія пляцентъ, три-же остальныхъ, болѣе сильныхъ, чередуются съ ними. Вдоль каждаго ребра проходитъ сосудистый пучокъ или комплексъ сосудистыхъ пучковъ, кромѣ того, по одному маленькому сосудистому пучку находится на границѣ двухъ пляцентъ. Относительно верхней завязи, которой поперечный разрѣзъ былъ-бы совершенно сходенъ съ наблюдаемымъ здѣсь, мы не задумались-бы принять, что она произошла изъ трехъ плодолистиковъ, а пары пляцентъ сочли-бы завернутыми внутрь краями двухъ сосѣднихъ плодолистиковъ. Три ребра, чередующихся съ тремя линіями прикрѣпленія пляцентъ, мы приняли бы за срединные нервы плодолистиковъ. Но такъ какъ здѣсь нижняя завязь, то дѣло представляется не столь простымъ. Мы можемъ себѣ, именно, представить, что нижняя завязь состоитъ изъ полоу цвѣточной оси и только на верху замыкается плодолистиками, пляценты же спускаются отъ этихъ послѣднихъ въ полу цвѣточную ось; или же мы можемъ принять, что плодолистки срослись съ полоу цвѣточною осью, вслѣдствіе чего внутренняя часть стѣнки нижней завязи образована стеблемъ, а внѣшняя — плодолистиками. Послѣдній взглядъ должно рѣшительно предпочесть, но онъ не имѣетъ другаго значенія, кромѣ филогенетическаго, т. е. мы предполагаемъ, что нижняя завязь произошла такимъ образомъ въ теченіи длиннаго времени. Въ дѣйствительности же, самъ объектъ не представляетъ данныхъ ни анатомическихъ, ни по исторіи

развитія, которыя бы говорили въ пользу подобнаго воззрѣнія, и мы должны довольствоваться и тѣмъ, что намъ удалось констатировать, что строеніе этой нижней завязи совершенно подобно строенію полимерной, одногнѣздной, верхней завязи. — Если у насъ имѣются зрѣлыя коробочки *Epiractis*, то мы можемъ убѣдиться, что стѣнка «коробочки» растрѣскивается, какъ и у другихъ орхидныхъ, шестью продольными щелями. Шесть полосокъ, раздѣляющихъ щели, остаются соединенными у основанія и на верхушкѣ завязи. Три изъ нихъ шире и плодоносны, остальные три уже и бесплодны. Три бесплодныхъ соотвѣтствуютъ тремъ среднимъ ребрамъ, видѣннымъ нами на поперечныхъ разрѣзахъ, и составляютъ такъ называемыя промежуточные части; три плодоносныя полоски несутъ на своей срединѣ пляценты.

Попробуемъ теперь познакомиться съ строеніемъ сѣмяпочекъ и, одновременно, обратимъ вниманіе и на процессы оплодотворенія у покрытосѣмянныхъ. Чтобы познакомиться съ отдѣльными частями сѣмяпочки, сдѣлаемъ теперь поперечные разрѣзы завязи *Aconitum Napellus* или же другаго вида *Aconitum*. Мы выбираемъ отцвѣтающій цвѣтокъ, удаляемъ другія его части и дѣлаемъ разрѣзы трехъ завязей сразу. Необходимо обращать вниманіе на то, чтобы разрѣзы пересѣкали длинную ось отдѣльныхъ завязей дѣйствительно подъ прямымъ угломъ. Число разрѣзовъ должно быть весьма значительно, потому что получение надлежащаго разрѣза сѣмяпочки зависитъ отъ случая. Просматриваемъ разрѣзы и выбираемъ подходящіе. Если разрѣзъ не достаточно тонокъ, можно помочь небольшимъ количествомъ ждака кали. Получаются картины почти идентичныя съ тѣми, которыя мы раньше наблюдали у *Delphinium*, но въ строеніи покрововъ сѣмяпочекъ замѣчается нѣкоторое отличие, побуждающее насъ предпочесть въ данномъ случаѣ *Aconitum*. Если получился срединно-продольный разрѣзъ сѣмяпочки, то она имѣетъ такой видъ, какъ на прилагаемомъ изображеніи. Завязь мономерна, сѣмяпочка сидитъ на краеположной пляцентѣ. Она прикреплена къ этой послѣдней посредствомъ ножки, *funiculus* (*f*), свободная часть которой имѣетъ лишь незначительную длину, остальная-же часть ея срастается съ тѣломъ сѣмяпоч-



Фиг. 106. *Aconitum Napellus*; срединно-продольный разрѣзъ сѣмяпочки; *f* Funiculus; *r* Raphe; *nc* сосудистый пучокъ сѣмяноса; *ie* наружный покровъ; *ii* внутренний покровъ; *n* nucellus; *ch* chalaza; *e* зародышевый мѣшокъ; *a* антиподныя клеточки; *o* яйцо; *ne* клеточное ядро зародышевого мѣшка; *m* микропиле; *or* стѣнка завязи. Увелич. 53.

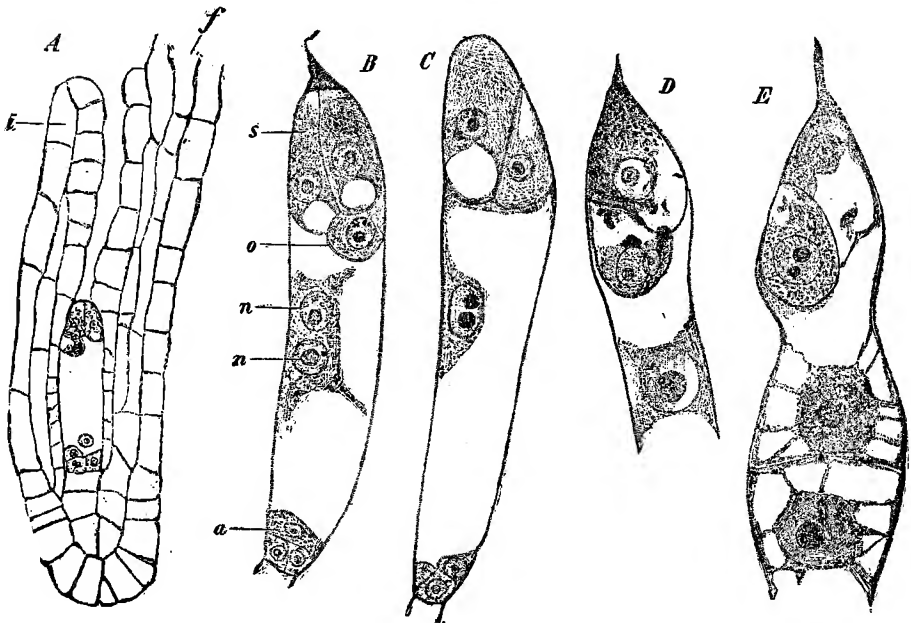
ки, образуя на ней такъ называемый сѣмянной шовъ, *raphe* (*r*). Въ тѣлѣ сѣмяпочки прежде всего различаемъ внутреннюю, конусообразную массу ткани, называемую ядромъ сѣмяпочки, *nucellus* (*n*). Оно соответствуетъ макроспорангію сосудистыхъ тайнобрачныхъ. Ядро сѣмяпочки окружено двумя покровами, однимъ внутреннимъ (*ii*) и однимъ наружнымъ (*ie*). Внутренній покровъ развитъ со всѣхъ сторонъ до самаго основанія ядра сѣмяпочки, наружный же отсутствуетъ со стороны сѣмяноса, такъ какъ онъ примыкаетъ къ нему съ обѣихъ сторонъ. Внутренній покровъ оставляетъ между своими верхними краями узкій каналъ, который достигаетъ до ядра сѣмяпочки и называется *mikropyle*. Вдоль сѣмяноса проходитъ сосудистый пучокъ, идущій изъ плаценты, но онъ не всегда можетъ быть прослѣженъ до самаго основанія ядра сѣмяпочки. Лежащая у основанія ядра сѣмяпочки, въ данномъ случаѣ болѣе свѣтлая ткань (*ch*) получаетъ названіе основанія ядра сѣмяпочки (*chalaza*). Въ продольной оси сѣмяпочки замѣчается большей величины клѣточка, образующая полость, это зародышевый мѣшокъ (*c*). На днѣ его можно замѣтить нѣсколько шаровидныхъ клѣточекъ, это сильно развитыя у *Aconitum* (и вообще у *Ranunculaceae*) антиподныя клѣточки (*a*). Въ особенно благоприятныхъ случаяхъ можно убѣдиться, что число ихъ — три. Въ вершинѣ зародышеваго мѣшка тоже замѣчается небольшая клѣточка, которая бываетъ видна, однако, только на дѣйствительно срединныхъ разрѣзахъ; это яйцо (*o*). Вся сѣмяпочка должна быть названа анатропною, обратнo-положною, потому что тѣло сѣмяпочки не представляетъ прямого продолженія сѣмяноса, но загибается возлѣ послѣдняго назадъ, сростается съ нимъ одной стороною и обращаетъ микропиле въ сторону основанія сѣмяноса. Подобная форма сѣмяпочекъ сильно преобладаетъ у покрытосѣмянныхъ. Если теперь сравнимъ нашъ препаратъ изъ *Delphinium* (фиг. 105) съ препаратомъ изъ *Aconitum* (фиг. 106), то увидимъ, что строеніе завязи и сѣмяпочекъ въ обоихъ случаяхъ почти одинаково, и разница состоитъ лишь въ томъ, что у *Delphinium* оба покрова сливаются другъ съ другомъ.

Чтобы получить разрѣзы сѣмяпочекъ *Aconitum*, мы можемъ также вынуть ихъ изъ завязи и дѣлать разрѣзы отдѣльных сѣмяпочекъ между большимъ и указательнымъ пальцами, по извѣстному уже намъ методу. Если сѣмяпочка правильно ориентирована между пальцами, то такимъ образомъ срединные разрѣзы получаются даже скорѣе. Какъ въ данномъ, такъ и въ другихъ подобныхъ случаяхъ, можно также высвободенныя сѣмяпочки заключить въ глицериновую желатину или въ целлоидинъ, и затѣмъ уже дѣлать разрѣзы. Глицериновая желатина должна имѣть соответственную плотность, т. е. содержать относительно большое количество желатины. Въ целлоидинъ можно заключать

только алкогольный матеріалъ. Растворъ целлоидина, который можно получать отъ Dr. Grübler'a въ Лейпцигѣ, наливаютъ въ маленькую коробочку, сдѣланную изъ писчей бумаги, и кладутъ въ него сѣмяпочки. Целлоидинъ оставляютъ стоять на воздухѣ, пока на немъ не образуется плотная кожица, послѣ чего его помѣщаютъ въ 82% алкоголь. Здѣсь онъ получаетъ, по прошествіи нѣсколькихъ часовъ, консистенцію хряща, оставаясь при томъ прозрачнымъ. Целлоидинъ и предметъ рѣжутъ вмѣстѣ и разрѣзы переносятъ въ глицеринъ или глицериновую желатину, причемъ удалять целлоидинъ нѣтъ надобности. Разрѣзы въ подобномъ случаѣ можно также окрасить карминомъ или гематоксилиномъ, но не анилиновыми красками, потому что онѣ окрашиваютъ и целлоидинъ. Если приобрѣтенъ целлоидинъ въ табличкахъ, то его слѣдуетъ передъ употребленіемъ растворить въ равныхъ частяхъ эфира и абсолютнаго алкоголя. Чтобы сдѣлать сѣмяпочки, заключенныя въ глицериновую желатину или целлоидинъ, еще болѣе явственными, ихъ можно предварительно окрасить и воднымъ растворомъ гематоксилина; въ такомъ случаѣ, прежде чѣмъ класть въ целлоидинъ, сѣмяпочки необходимо снова обезводить посредствомъ абсолютнаго алкоголя. Для объектовъ, которые, чтобы быть пригодными для разрѣзовъ, должны быть пропитаны целлоидиномъ, надо сначала употреблять болѣе жидкіе растворы целлоидина; въ этихъ послѣднихъ объекты приходится иногда держать цѣлые дни, и затѣмъ уже переносить въ густой растворъ, въ которомъ придаютъ имъ надлежащее положеніе.

Перейдемъ теперь къ изученію содержимаго зародышеваго мѣшка. Наиболѣе удобный для этой цѣли объектъ даетъ *Monotropa Hypopitys* 2). Это блѣдно-желтое растеніе нерѣдко встрѣчается въ сосновыхъ лѣсахъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ оно сильно распространено и для вообще труднаго изслѣдованія зародышеваго мѣшка оно настолько удобно, что не должно жалѣть никакихъ трудовъ, лишь-бы добыть это растеніе. Оно цвѣтетъ въ іюнѣ и іюлѣ, и должно быть изслѣдуемо въ свѣжемъ состояніи, такъ какъ въ алкоголь становится темнотурнымъ и непрозрачнымъ. Растеніе это очень хорошо переносить транспортировку и въ стаканѣ съ водою остается свѣжимъ въ теченіи долгаго времени. Тѣми-же свойствами, какъ и *Monotropa*, отличаются также виды *Rhizola*, но у нихъ зачатки сѣмянъ имѣютъ меньшую величину. Поперечный разрѣзъ нижней части завязи показываетъ намъ, что она четырехгнѣздна. Плacentы сильно утолщены и несутъ на своей поверхности большое число узкихъ, близко другъ воязъ друга сидящихъ сѣмяпочекъ. Обѣ половины плacentы въ каждомъ гнѣздѣ отдѣляются на нѣкоторомъ протяженіи другъ отъ друга посредствомъ раздѣльной линіи. Въ верхней части завязи раздѣльныя линіи до-

стигаютъ средины и здѣсь сходятся. Мы видимъ четыре сильно развитыя пары плейцентъ, принадлежащія каждому двумъ соседнимъ гнѣздамъ, которыя сидятъ на срединѣ каждой перегородки; пары легко разъединяются иглами. Сѣмяпочки получаютъ для изслѣдованія такъ, что отрываютъ пинсетою часть стѣнки завязи и, съ одной изъ вскрытыхъ такимъ образомъ плейцентъ, снабжаютъ сѣмяпочки иглою. Мы помещаемъ ихъ въ чистую воду или въ 3% растворъ сахара, въ которомъ сѣ-



фиг. 107. *Monotropa hypopitys*. А цѣлая сѣмяпочка, *f* ея сѣмяносецъ. *i* покровъ; В и С цѣлые зародышевые мѣшки, а въ нихъ *a* синергиды, *o* яйцо, *n* ядра зародышевого мѣшка; D и E верхнія части зародышевого мѣшка, въ первое дѣленіе для образованія эндосперма. А увелич. 240, В и Е 600 разъ.

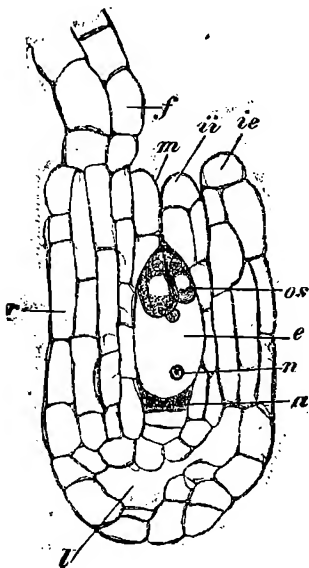
мяпочки сохраняются дольше. Если поименованный матеріалъ взять изъ болѣе старыхъ цвѣтовъ, у которыхъ цвѣтенъ уже выпалась изъ пыльниковъ, то мы находимъ частію зрѣлыя, еще не оплодотворенныя, частію оплодотворенныя сѣмяпочки. Между сѣмяпочками нерѣдко находимъ участки цвѣтневыхъ трубочъ. Способная къ оплодотворенію сѣмяпочка имѣетъ видъ, подобный представленному на фиг. 107, А. Она прозрачна и можѣ сдѣлать установку относительно ея оптическаго разрѣза. Мы знаемъ въ ней обратноположную сѣмяпочку, притомъ съ однимъ только покровомъ (*i*). Вся внутренняя часть сѣмяпочки

занята зародышевымъ мѣшкомъ, ядра сѣмяпочки не находимъ, такъ какъ оно было вытѣснено во время развитія зародышевого мѣшка. Вершину зародышевого мѣшка — какъ теперь ясно можно видѣть — занимаютъ три клѣточки. Эти три клѣточки составляютъ яйцевой аппаратъ. Онѣ имѣютъ не одинаковое значеніе. Двѣ верхнія клѣточки суть помощницы или синергиды (фиг. 106, *B*), глубже лежащая есть яйцо (*o*). Синергиды, какъ легко можно убѣдиться, содержатъ въ нижней своей части вакуолю, а выше наполнены протоплазмой, въ которой заключается и клѣточное ядро. Въ яйцѣ, наоборотъ, клѣточная полость находится въ верхней части, а протоплазма и клѣточное ядро — въ нижней. Обѣ синергиды не всегда можно видѣть, такъ какъ одна изъ нихъ можетъ покрывать другую (фиг. 106, *C*). На днѣ зародышевого мѣшка обыкновенно не трудно бываетъ замѣтить антиподныя клѣточки и убѣдиться, что онѣ находятся тамъ тоже въ числѣ трехъ. Внутри зародышевого мѣшка находимъ большею частію одно клѣточное ядро съ ядрышкомъ (фиг. 106, *A*), но въ другихъ случаяхъ бываетъ два ядра, или же одно ядро съ двумя ядрышками (*C*), изъ чего мы заключаемъ, что всегда одиночное подъ конецъ ядро произошло изъ двухъ. Сѣмяпочки, оплодотвореніе которыхъ уже началось, узнаемъ по измѣненіямъ, происшедшимъ съ синергидами. Эти послѣднія представляются сильно преломляющими свѣтъ, и такому измѣненію подверглись или обѣ синергиды, или только одна. Въ такомъ случаѣ и цвѣтневая трубка навѣрное достигла до самаго зародышевого мѣшка и, если не легко ее открыть внутри микропиле, зато не трудно замѣтить кусокъ ея, выдающийся изъ микропиле и оторванный во время препарирования. Верхушка цвѣтневой трубки прошла между синергидами до яйца. При тщательномъ изслѣдованіи, въ яйцахъ, прилежащихъ къ измѣненнымъ такимъ образомъ синергидамъ, удается видѣть два клѣточныхъ ядра (*D*), одно большее, первоначальное ядро яйца, и возлѣ другое, меньшее, попавшее сюда изъ цвѣтневой трубки «сѣмянное ядро» (*Spermakern*). Вскорѣ это послѣднее увеличивается. Можно повстрѣчать различныя степени копуляціи ядра съ сѣмяннымъ ядромъ (*E*), а наконецъ и зародышевыя ядра, съ однимъ только ядрышкомъ. Въ то время, какъ происходитъ оплодотвореніе яйца, сильно преломляющая свѣтъ масса одной или обѣихъ синергидъ уменьшается въ объемѣ, такъ какъ, очевидно, потребляется для питанія яца. Одновременно съ этими измѣненіями въ яйцевомъ аппаратѣ въ полости зародышевого мѣшка начинается образованіе эндосперма, т. е. мы видимъ, что онъ раздѣляется перегородками. Слѣдовательно, образованіе эндосперма сразу начинается, въ данномъ случаѣ, клѣточнымъ дѣленіемъ, между тѣмъ какъ въ другихъ, столь же обыкновенныхъ или даже болѣе чистыхъ

случаяхъ, сначала происходитъ свободное размноженіе ядра зародышеваго мѣшка и его потомства, а перегородки между этими ядрами развиваются на болѣе позднихъ фазахъ. Въ томъ видѣ, какъ мы его здѣсь наблюдаемъ, процессъ этотъ совершается вообще въ такихъ зародышевыхъ мѣшкахъ, которые медленно растутъ и не достигаютъ значительной величины. Напротивъ того, если зародышевый мѣшокъ растетъ послѣ оплодотворенія яйца очень быстро, то сначала происходитъ дѣленіе ядеръ безъ дѣленія клѣточекъ, и образованіе клѣточекъ начинается лишь тогда, когда зародышевый мѣшокъ достигъ приблизительно своей окончательной величины. — Вслѣдствіе оплодотворенія яйцо получило нѣжную целлюлезную оболочку, начинаетъ вскорѣ мѣшковидно удлиняться и, по прошествіи нѣкотораго времени, проникаетъ своимъ концомъ въ эндоспермъ и здѣсь этотъ конецъ производитъ зародышъ, состоящій изъ небольшого числа клѣточекъ. — Мы рассматривали до сихъ поръ этотъ зачатокъ сѣмени въ чистой водѣ или въ сахарномъ

растворѣ, но если желаемъ обнаружить съ особенію ясностію ядра, въ такомъ случаѣ обрабатываемъ зачатокъ сѣмени 2% уксусною кислотою. Въ большинствѣ сѣмянныхъ зачатковъ мы получаемъ такимъ способомъ весьма рѣзкія картины фиксируемъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, различныя фазы дѣленія клѣточныхъ ядеръ, хотя въ настоящій моментъ не станемъ углубляться въ изученіе этого явленія. Красящія вещества мало пригодны, потому что они окрашиваютъ и клѣточные ядра покрововъ и затрудняютъ, такимъ образомъ, рассматриваніе внутреннихъ частей.

Вмѣсто *Monotropa* для наблюдений могутъ служить орхидеи³⁾. У нихъ оплодотвореніе совершается долгое время спустя послѣ опыленія, въ сильно утолщенной уже завязи. Разрѣзываютъ завязь, отдѣляютъ иглою отъ плаценты сѣмяпочку и переносятъ ихъ въ воду или 3% сахарный растворъ. Относительно строенія готовой сѣмяпочки легко ориентироваться; оно весьма сходно со строеніемъ сѣмяпочекъ у *Monotropa*, но здѣсь имѣется два покрова и воздуш-



Фиг. 108. *Orchis pallens*. Способная къ оплодотворенію сѣмяпочка. *os* яйцевой аппаратъ; *ii* внутренний, *ie* наружный покровъ, *l* воздушная полость. Прочія буквы имѣютъ такое-же значеніе, какъ и на предыдущей фигурѣ. Увел. 240 разъ.

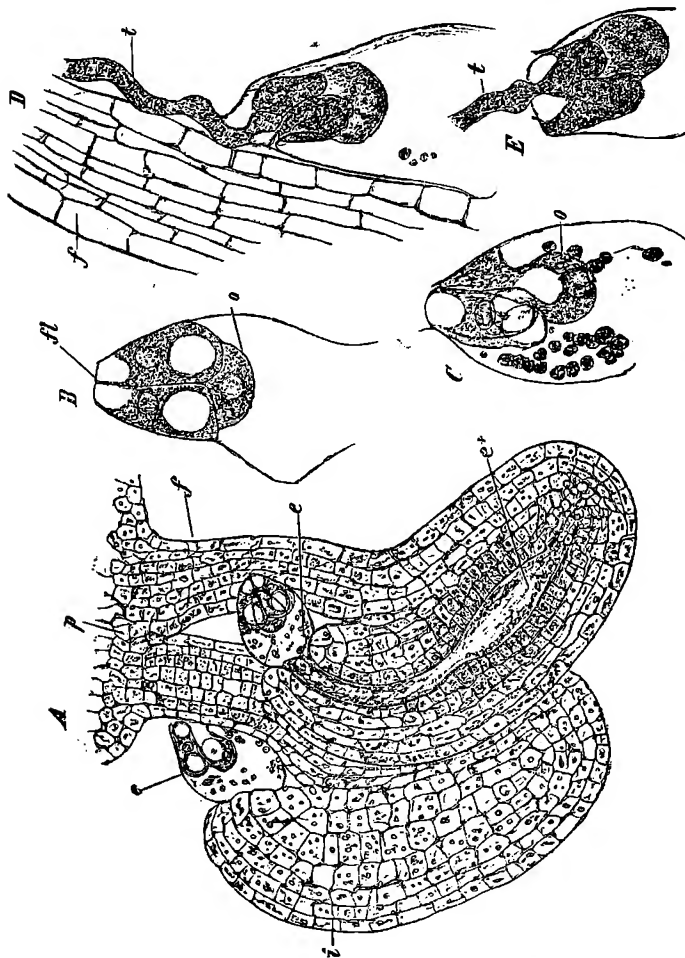
ная полость въ области рубчика (*chalaza*). Эта воздушная полость затрудняетъ наблюдение, потому что она наполнена воздухомъ, который проникаетъ также и между покрововъ. Поэтому сѣмяпочки, положенныя въ воду или въ 3% растворъ сахара, должны быть освобождены отъ воздуха посредствомъ воздушнаго насоса. Въ большинствѣ случаевъ достаточно бываетъ и очень слабого надавливанія на покровное стеклышко, чтобы удалить наиболѣе мѣшающій воздухъ, находящійся между покровами. Ядро сѣмяпочки у орхидныхъ тоже совершенно вытѣсняется зародышевымъ мѣшкомъ; въ видѣ остатка отъ ядра сѣмяпочки на вершинѣ зародышеваго мѣшка часто замѣчается колпачокъ изъ сильно преломляющаго свѣтъ вещества. Яйцевой аппаратъ (*os*) устроенъ какъ и у *Monotropa*, только яйцо лежитъ не столь глубоко. Антиподныхъ клѣточекъ не видно, на ихъ мѣстѣ находится вещество, сильно преломляющее свѣтъ, заключающее въ дѣйствительности три клѣточныхъ ядра, присутствіе которыхъ трудно обнаружить. Цвѣтневую трубку легче прослѣдить до самыхъ синергидъ, чѣмъ у *Monotropa*; измѣненія, которымъ подвергаются синергиды, такія-же. И два клѣточныхъ ядра тоже находимъ въ оплодотворенномъ яйцѣ. Эндоспермъ здѣсь вообще не образуется.

За неимѣніемъ *Monotropa* и орхидныхъ, для изслѣдованія можно рекомендовать различныя *Gesneriaceae* ⁴⁾ съ прозрачными сѣмяпочками, въ особенности-же крупноцвѣтную *Gloxinia hybrida* садовъ. Снабженная однимъ покровомъ сѣмяпочка настолько прозрачна, что яйцевой аппаратъ ясно видѣнъ. Онъ обнаруживаетъ обѣ синергиды и яйцо, имѣющее здѣсь бутылкообразную форму. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ здѣсь два яйца. Зародышевый мѣшокъ расширенъ въ верхней своей части и сразу суживается въ нижней; антиподныя клѣточки въ нижнемъ его концѣ различаются не ясно.

Но однимъ изъ удобнѣйшихъ растений для изученія оплодотворенія, представляется *Torenia asiatica* ⁵⁾, принадлежащая къ семейству *Scrophulariaceae*. Она разводится теперь въ садахъ повсемѣстно и цвѣтетъ въ теченіи всего года. Она отличается тѣмъ, что ея зародышевый мѣшокъ вырастаетъ чрезъ микропиле наружу, вслѣдствіе чего видѣнъ весь яйцевой аппаратъ, покрытый одною только стѣнкою зародышеваго мѣшка. Поперечные разрѣзы верхней, удлиненной завязи показываютъ, что она двухгнѣздна и что двѣ плянты вдаются въ гнѣзда въ видѣ вальковъ. Онѣ покрыты многочисленными сѣмяпочками. Съ цѣлью изслѣдованія, удаляемъ одну стѣнку завязи и соскабливаемъ съ плянты сѣмяпочки, лучше всего подъ препарирнымъ микроскопомъ. Удобнѣе изслѣдовать ихъ въ 3% сахарной водѣ. Сѣмяпочки анатропныя или, вѣрнѣе, кампилотропныя, потому что зародышевый мѣшокъ и покровъ изогнуты въ ихъ верхней

части (фиг. 109, А). Свободная часть сѣмяносца (*f*) сѣмяпочки имѣетъ весьма значительную длину. Покровъ только одинъ, сильно развѣтвѣнный. Зародышевый мѣшокъ (*e*) выгладываетъ верхнѣйшѣ концы изъ микропиле. Эта выступающая наружу часть сильно вздута и на переднемъ концѣ заостряется. Она прикладывается къ сѣмяносцу. Прослѣдить зародышевый мѣшокъ внутри сѣмяпочки довольно трудно, но, прибавляя небольшое количество ѣдкаго кали, можно убѣдиться—именно въ то время, когда ѣдкое кали начинаетъ дѣйствовать — что онъ прилегаетъ непосредственно къ покрову, сначала узокъ, затѣмъ нѣсколько вздувается веретенообразно и къ основанію (*e**) снова сѣужается. Наши препараты, лежащіе въ сахарной водѣ, показываютъ въ свободной вершинѣ зародышеваго мѣшка обѣ синергиды и яйцо, слѣдовательно опять таки тройное число въ яйцевомъ аппаратѣ. Смотри по положенію препарата, видны обѣ синергиды (фиг. 109, В) или же одна изъ нихъ покрываетъ другую (С). На верхушкѣ каждой синергиды обращаетъ на себя вниманіе гомогенный, сильно преломляющій свѣтъ колпачокъ, рѣзко отграниченный отъ задней, мелкозернистой части; это такъ называемый волосной аппаратъ (Fadenapparat). Если подобный препаратъ обработать хлоръ-цинкъ-іодомъ, то увидимъ, что колпачки синергидъ окрасятся въ фіолетовый цвѣтъ. Они состоятъ, слѣдовательно, изъ целлюлеза. Остальная часть синергидъ и яйцо получаютъ желтобурую окраску. Тщательное наблюденіе показываетъ, что оболочка зародышеваго мѣшка имѣетъ надъ колпачками синергидъ отверстіе (В, С). Колпачки синергидъ, слѣдовательно, замыкаютъ его. Они, замѣтимъ мимоходомъ, весьма распространены, въ особенности у односѣмядольныхъ растений, и часто вырастаютъ у этихъ послѣднихъ изъ зародышеваго мѣшка очень значительно. Часто наблюдаемая у нихъ продольная полосатость зависитъ отъ поръ, наполненныхъ плазматическимъ содержимымъ. — Возвратимся теперь опять къ нашему препарату, лежащему въ водѣ или въ сахарномъ растворѣ, и убѣдимся еще въ томъ, что и здѣсь распредѣленіе содержимаго въ синергидахъ и яйцѣ совершенно такое же, какъ у *Monotropa* и *Orchis* (В, С). Въ синергидахъ вѣтвочныя ядра лежатъ въ верхней, а вакуоли въ нижней части, въ яйцѣ наоборотъ. — Если-же желаемъ прослѣдить у *Tropaea* процессъ оплодотворенія, то надо для этой цѣли произвести опыленіе цвѣтковь. Между опыленіемъ и оплодотвореніемъ проходитъ 36 часовъ, такъ что мы можемъ приступить къ нашимъ наблюденіямъ лишь черезъ полтора или два дня. Отдѣляемъ, какъ и прежде, сѣмяпочки отъ плаценты, но возможно осторожно, подъ симплексомъ, чтобы получить возможно большіе участки цвѣтневыхъ трубокъ. Здѣсь эти послѣднія очень легко можно прослѣдить до вершины зародышеваго мѣшка и, между колпачками

синергидъ, до яйца (*D*, *E*). Можно видѣть, что цвѣтневые трубки, направляемые плацентами, направляются дальше сѣмяноспами, пока не достигнутъ вершины зародышевого мѣшка. Здѣсь сказывается непосредственное вліяніе, оказывающее дѣйствіе на направленіе роста цвѣтневыхъ трубокъ, такъ какъ есть



Фиг. 109. *Torenia asiatica*. А двѣ сѣмяпочки на плацентахъ (*p*); *e* свободная верхушка зародышевого мѣшка; *e'* его расширенная въ сѣмяпочкѣ часть; *f* сѣмяноспецъ; *t* покровъ Увелич. 240. В и С свободная верхушка зародышевого мѣшка до оплодотворенія; *o* колпачки синергидъ (волосяной аппаратъ), *o* яйцо. D и E во время оплодотворенія, D съ частью сѣмяноспы *f*; *t* цвѣтневая трубка. В — E увелич. 600 разъ.

основаніе допустить, что синергиды выдѣляютъ особое вещество, которое дѣйствуетъ на цвѣтневую трубку въ качествѣ раздражителя. — Колпачки синергидъ, благодаря своей мягкости, оказываютъ происходящему выдѣленію слабое сопротивленіе. Кроме того, въ тѣхъ случаяхъ, когда колпачки синергидъ развиты особенно сильно, они оказываются пронизанными тон-

кими каналами, которые проводят наружу выделяемое вещество. У *Torenia*, какъ и у другихъ, синергиды, послѣ проникновенія цвѣтневой трубки, разрушаются и получаютъ уже известное намъ свойство сильно преломлять свѣтъ. Для изученія дальнѣйшихъ явленій этотъ объектъ не удобенъ.

Примѣчанія къ XXIX-му упражненію.

¹⁾ Goebel, Grundzüge d. Syst. etc. pag. 417. Lürssen, Grundz. d. Bot. pag. 356. Med. Pharm. Bot. Bd. II, pag. 244. Prantl, Lehrb. d. Bot. IV. Aufl., pag. 195.

²⁾ Strasburger, Befr. u. Zellth, pag. 34 и 35.

³⁾ Тамъ-же, pag. 55.

⁴⁾ Тамъ-же, pag. 54.

⁵⁾ Тамъ-же, pag. 52.

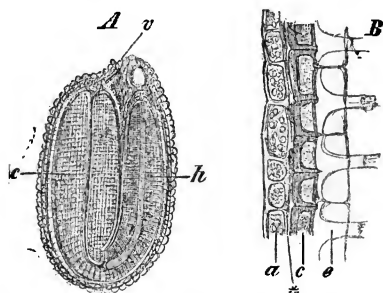
XXX. Упражнение.

Строеніе сѣмянъ покрытосѣмянныхъ растений.

Постараемся теперь познакомиться съ строеніемъ зрѣлаго сѣмени и обратимъ особенное вниманіе на заключающійся въ немъ зародышъ. Въ качествѣ сравнительно удобнаго объекта возьмемъ крестоцвѣтное растение *Capsella bursa pastoris*, которая была употребляема для эмбриологическихъ изслѣдованій особенно часто ¹⁾. Сѣмя этого растенія сравнительно очень мало, но это-то именно и удобно при изслѣдованіи исторіи развитія. По этому случаю постараемся также преодолѣть и затрудненія, которые представляетъ, въ данномъ случаѣ, рѣзаніе зрѣлаго сѣмени. Изъ этого послѣдняго необходимо сдѣлать прежде всего срединно-продольный разрѣзъ, такъ какъ мы должны знать, какъ выглядитъ объектъ, развитіе котораго желаемъ изучать. Такой разрѣзъ получается сравнительно легко между пальцами, если имѣются свѣжія сѣмена. Еще легче удаются разрѣзы, если сѣмя зажать между двумя плоскими пробковыми пластинками и вести бритву между ними. Можно также заклеить сѣмя въ желательномъ положеніи, посредствомъ раствора камеди, между двумя кусочками мягкаго дерева липы или тополя и, когда камедь высохнетъ, дѣлать сразу разрѣзы дерева и сѣмени. Возможно еще заключить сѣмя, на концѣ брусочка бузиновой сердце-

вины, въ каплю камеди, къ которой прибавлено немного глицерину и, давъ высохнуть, рѣзать вмѣстѣ съ камедью.

Разрѣзы—получены-ли они тѣмъ или другимъ способомъ—должны изслѣдовать въ глицеринѣ, потому что въ водѣ зародышъ разбухаетъ и выдвигается изъ оболочки сѣмени. Зародышъ (фиг. 110, А) заполняетъ все сѣмя; онъ согнутъ пополамъ, такъ что сѣмянодоли (с) прилегаютъ къ подсѣмянодолному колѣну (h) (срав. фигуру). Такое положеніе зародыша ха-



Фиг. 110. *Capsella bursa pastoris*. А продольный разрѣзъ зрѣлаго сѣмени. h подсѣмянодолное колѣно; с сѣмянодоли; v сосудистый пучекъ сѣмянощца. Увелич. 26. В часть продольнаго разрѣза кожеры, послѣ дѣйствія воды. e разбухшій эпидермисъ; с бурый, сильно утолщенный слой; * раздавленные слои клѣточекъ, а алейроновый слой. Увелич. 240.

актерно для отдѣленія *Notorhizae* семейства *Cruciferae* и обозначается знакомъ IIО. Если разрѣзъ тонокъ и прошелъ дѣйствительно вдоль средины (какъ на прилагаемой фигурѣ А), то между основаніями сѣмянодолей видѣнъ маленькій конусъ роста стебелька и на корешковомъ концѣ подсѣмянодолнаго колѣна можно видѣть оконечность, состоящую изъ немногихъ слоевъ клѣточекъ корня чехлика. Эндосперма въ сѣмени здѣсь нѣтъ; зародышъ непосредственно окруженъ оболочкою сѣмени, кожурою (testa). Если прибѣгнемъ къ болѣе сильному увеличенію, то увидимъ, что кожура (фиг. 110, В) состоитъ изъ

трехъ слоевъ клѣточекъ. Внутренній слой (a) состоитъ изъ сравнительно слабо утолщенныхъ клѣточекъ, съ безцвѣтными стѣнками и зернистымъ содержимымъ. Прибавленіе іоднаго раствора показываетъ, что зерна эти окрашиваются въ желтобурый цвѣтъ и состоятъ, слѣдовательно, изъ клейковины. Снаружи этого слоя лежитъ второй слой (c), клѣточки котораго имѣютъ стѣнки, окрашенныя въ темнобурый цвѣтъ и сильно утолщены съ внутренней стороны. Наружный слой кажется въ концентрированномъ глицеринѣ въ видѣ безцвѣтной, гомогенной кожицы; клѣточки его, именно, очень плоскія и утолщены до потери полости. Между внутреннимъ и вторымъ снаружи слоемъ часто можно бываетъ различать еще одинъ слой плоскихъ клѣточекъ, который представляется въ видѣ простой кожицы. При разсматриваніи кожеры снаружи, легко различаемъ контуры многогранныхъ клѣточекъ наружнаго таблитчатого слоя. Обращенныя внутрь части этихъ клѣточекъ отдѣляются отъ другъ друга посредствомъ межклеточныхъ пространствъ, которыя наполнены воздухомъ. По срединѣ

каждой клѣточки можно различать мало замѣтную часть, сильнѣе преломляющую свѣтъ. Стѣнки слѣдующаго по направленію внутрь слоя бураго цвѣта, сильно утолщены, а самыя клѣточки только немного меньше клѣточекъ наружнаго слоя. Напротивъ, клѣточки третьяго слоя, содержащаго клейковину, гораздо меньше. Если теперь къ краю покровнаго стеклышка прибавимъ воды, то увидимъ, что клѣточки наружнаго слоя быстро увеличиваются въ поперечномъ разрѣзѣ; каждая изъ нихъ сильно выпячивается наружу, въ ихъ срединѣ обнаруживается столбикъ, сильно преломляющій свѣтъ. Полости и теперь не видны; вся клѣточка заполнена слоями утолщенія стѣнки, причемъ наружные слои утолщенія преломляютъ свѣтъ слабо, а внутренніе сильно. Эти самыя внутренніе слои утолщенія образуютъ характерный центральный столбикъ (*columella*), который рѣзко выступаетъ теперь и при разсматриваніи снаружи, между тѣмъ какъ находящіяся между клѣточками межклѣтчныя пространства въ то-же время исчезаютъ. Разбухающія стѣнки обнаруживаютъ большую частію явственную слоистость. При дальнѣйшемъ дѣйствіи воды кутикула на клѣточкахъ разрывается и наружные слои утолщенія выступаютъ наружу, распространяясь въ окружающей водѣ въ видѣ незамѣтной слизи. Преломляющій свѣтъ столбикъ сохраняется и обозначаетъ средину каждой клѣточки (фиг. 110, В при е). Онъ увеличился довольно замѣтно, и на его вершинѣ можно различать остатки растворившихся слоевъ утолщенія. Также точно сохраняются боковыя срединныя пластинки и, такъ какъ онѣ не разбухаютъ, то представляются ниже столбиковъ. Все это изображено на фиг. 110, В), которая представляетъ кожуру послѣ дѣйствія воды. Эти явленія разбуханія быстрѣе наблюдаются, если разрѣзъ изслѣдовать сначала въ алкогольъ, а затѣмъ подѣйствовать на него водою. — Подобное ослизненіе слоевъ утолщенія наружныхъ клѣточекъ сѣмянъ и распадающихся плодовъ, представляется явленіемъ довольно распространеннымъ, которое обуславливаетъ приклеиваніе сѣмянъ къ постороннимъ предметамъ и служитъ, такимъ образомъ, для ихъ перенесенія, а съ другой стороны послѣдствіемъ этого является сильное задерживаніе воды на поверхности сѣмени.

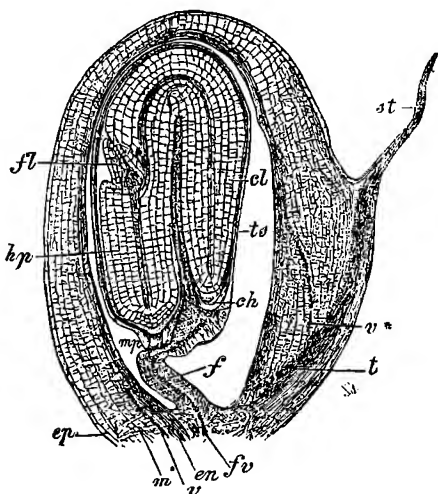
Такъ какъ рѣзаніе зрѣлаго сѣмени представляетъ нѣкоторыя затрудненія, то, коль скоро требуется познакомиться только съ положеніемъ и строеніемъ зародыща, можно дѣлать разрѣзы не вполне зрѣлыхъ, болѣе мягкихъ сѣмянъ и брать совершенно зрѣлыя сѣмена лишь для изученія кожуры. Затѣмъ перейдемъ къ болѣе молодымъ фазамъ развитія и положимъ для этого цѣлые зачатки сѣмянъ въ ѣдкое кали. Такіе зачатки сѣмянъ удобнѣе всего получаютъ такъ, что стручечекъ вскрываютъ вдоль по-поламъ и вынимаютъ ихъ скальпелемъ изъ каждой половинны. Зачатки сѣмянъ, пока они не достигнутъ зрѣ-

лости, можно просвѣтлить на столько, что получается возможность въ точности уяснить положеніе зародыша. Зародышъ принимается въ ѣдкомъ кали прекрасный зеленый цвѣтъ; это происходитъ вслѣдствіе того, что зерна крахмала разбухаютъ и обнаруживается хлорофиллъ. Переходя къ болѣе и болѣе молодымъ зачаткамъ сѣмянъ, мы видимъ, что зародышъ (и прежде всего главнымъ образомъ его сѣмянодоли) становится все короче. Онъ все болѣе и болѣе удаляется изъ нижней, къверху загнутой половины зародышевого мѣшка. Зачатки сѣмени изъ плодиковъ, длина которыхъ безъ ножки около 5 *mm.*, обнаруживаютъ зародышъ въ видѣ маленькаго тѣла сердцевидной формы. Два расходящихся переднихъ бугорка, это зачатки сѣмянодолей. — Разсматривая только что описанныя стадіи развитія, мы вмѣстѣ съ тѣмъ убѣждаемся, что эндоспермъ образуется только на обоихъ концахъ зародышевого мѣшка и замѣчается преимущественно на рубчиковомъ концѣ (*Chalazaeende*), въ видѣ ткани зеленого цвѣта. Сѣмянодоли достигаютъ до этой послѣдней ткани и вытѣсняютъ ее лишь въ почти зрѣломъ сѣмени. Мы убѣждаемся также, что кожура развивается изъ обоихъ клѣточныхъ слоевъ наружнаго и внутренняго слоя внутренняго покрова. Этотъ послѣдній слой клѣточекъ очень рано начинаетъ отличаться густымъ содержаниемъ. Одинъ или два слоя клѣточекъ, лежащихъ между этимъ внутреннимъ слоемъ и наружнымъ покровомъ, постепенно растягиваются и раздавливаются, такъ что они образуютъ подъ конецъ лишь кожу, лежащую между вторымъ и третьимъ слоемъ зачатка сѣмени. — Чтобы познакомиться съ строеніемъ яйцевого аппарата въ сѣмяпочкѣ, когда онъ способенъ уже къ оплодотворенію, обратимся къ алкогольному матеріалу, который просвѣтляютъ до надлежащей степени, осторожно прибавляя ѣдкаго кали. Мы убѣждаемся такимъ образомъ въ существованіи двухъ синергидъ и одного яйца, между тѣмъ какъ увидѣть анатомодныя клѣточки весьма трудно. Строеніе сѣмяпочекъ легко можно прослѣдить на свѣжемъ матеріалѣ, изслѣдуемомъ въ водѣ, или-же объекты немного просвѣтляютъ незначительнымъ количествомъ кали. Сѣмяпочка кампилотропна, т. е. ядро сѣмяпочки и зародышевый мѣшокъ изогнуты, какъ это можно было замѣтить и на болѣе позднихъ стадіяхъ развитія. Наружный покровъ двуслойный, внутренній въ верхней своей части двуслойный, дальше трехслойный. Ядро сѣмяпочки на этой фазѣ уже вытѣснено, такъ что зародышевый мѣшокъ прилегаетъ непосредственно къ внутреннему покрову. Сѣмяносецъ значительной длины, вдоль него проходитъ сосудистый пучокъ, заканчивающийся возлѣ рубчика и замѣтный еще и въ зрѣломъ сѣмени (фиг. 109, А, в). На послѣдующихъ стадіяхъ, и именно безъ прибавленія кали, прекрасно видны зачатки зародыша. Мы видимъ, что оплодотворенное яйцо вырастаетъ въ предростковую

нить, которая состоитъ приблизительно изъ шести клѣточекъ, изъ которыхъ самая верхняя, т. е. наиболѣе удаленная отъ микропиле, округляется затѣмъ въ зародышевой шарикъ, между тѣмъ какъ самая нижняя клѣточка зародышеносца или суспensora, клѣточка прикрѣпленія, въ то-же время пузыревидно вздувается, вытѣсняетъ всю ткань вершины ядра сѣмяпочки и образуетъ пузырь, который мы находимъ въ этомъ мѣстѣ даже и въ зрѣломъ состояніи. Эта вздутая клѣточка служитъ вѣроятно для передачи зародышу питательныхъ веществъ. Одновременно сильно разбухаетъ ткань зубчика и содержимое ея клѣточекъ принимаетъ темную окраску. Вскорѣ здѣсь замѣчаются зеленые клѣточки эндосперма, которые окружаютъ въ небольшомъ числѣ зародышъ и со стороны микропиле. — Уже на такихъ препаратахъ видимъ мы, что увеличившійся зародышевой шарикъ отдѣляется отъ суспensora перегородкою и вскорѣ раздѣляется посредствомъ продольной стѣнки, за которой появляется, перпендикулярно къ ней, по второй продольной стѣнкѣ, а затѣмъ, на половинѣ высоты, по поперечной перегородкѣ. Такимъ образомъ, зародышевой шарикъ представляется раздѣленнымъ на октанты, въ которыхъ позже попеременно развиваются периклиническія и антиклиническія перегородки. Зародышевой шарикъ увеличивается, число его клѣточекъ становится больше, и онъ дѣлается нѣсколько плоскимъ, послѣ чего на его переднемъ концѣ вырастаютъ сѣмянодоли. Послѣднія сначала вполнѣ сходятся своими основаніями и только позже между ними появляется выпуклый конусъ возростанія стебелька.

Для изученія зародыша односѣмянодолныхъ мы избираемъ обыкновенную частуху, *Alisma Plantago* ²⁾. Объектъ этотъ дѣйствительно очень удобенъ для подобныхъ изслѣдованій, вслѣдствіе чего онъ и былъ употребляемъ для этой цѣли особенно часто. Прежде всего познакомимся съ развитымъ состояніемъ. Цвѣтокъ *Alisma Plantago* содержитъ много мономерныхъ плодниковъ: это цвѣтокъ поликарпическій. Каждый цвѣтокъ производитъ, слѣдовательно, многочисленные плоды, которые, будучи сильно сближены, составляютъ сборный плодъ (*syncarpium*), трехгранной формы. Отдѣльные плодики сильно сплюснены, кверху немного утолщаются, въ профиль обратно-сердцевидной формы, съ срединно-продольною спинною бороздкою. На половинѣ высоты брюшныхъ краевъ, обращенныхъ къ общему центру сборнаго плода, находится нитевидный отростокъ, соотвѣтствующій засохшему столбику плодика. Для дальнѣйшаго изслѣдованія выбираемъ почти зрѣлый сборный плодъ, защемляемъ отдѣльный плодикъ межъ двухъ половинъ расщепленной по-поламъ пробки и проводимъ между этими послѣдними бритвою. Такимъ образомъ годные срединно-продольные разрѣзы получаютъ безъ труда, между тѣмъ какъ рѣзаніе между пальцами затрудни-

тельно, потому что кожура съмени слишком твердая. Одновременно приготовляемъ обычнымъ способомъ, между двумя кусочками пробки, нѣсколько поперечныхъ разрѣзовъ. Продольные разрѣзы разсматриваемъ въ водѣ, къ которой прибавляемъ немного йодкаго кали. Для поперечныхъ разрѣзовъ достаточно чистой воды. Удаленіе воздуха, которое необходимо произвести при изученіи кожуры на продольныхъ разрѣзахъ, совершается или посредствомъ помѣщенія разрѣзовъ въ алкоголь, или посредствомъ воздушнаго насоса. Нѣкоторые разрѣзы кладемъ еще въ карболовую кислоту и получаемъ, такимъ образомъ, изображенія, весьма хорошо дополняющія прочія. — Продольный раз-



Фиг. 111. *Alisma Plantago*. Срединно-продольный разрѣзъ зрѣлаго съмени. *ep* эпикарпъ (эпидермисъ); *m* мезокарпъ; *ep* эндокарпъ стѣнки плода (перикарпъ); *v* сосудистый пучокъ въ этой послѣдней; *v** конецъ сосудистаго пучка; *st* отмершій столбикъ; *t* путь цвѣтневой трубки; *f* съминосецъ съмени съ сосудистымъ пучкомъ *sv*; *mp* микропиле; *ch* рубчиковый конецъ; *ts* кожура (*testa*); *hp* подсымано-дольное колѣно зародыша; *fl* первый листъ; *cl* съминодоля. Увелич. 28.

рѣзъ, если онъ прошелъ правильно, имѣетъ видъ, подобный представленному на прилагаемой фиг. 111. Мы видимъ сперва сравнительно толстую стѣнку плода, перикарпъ, поверхность котораго покрыта эпидермисомъ (*ep*). Этотъ послѣдній, какъ показываетъ продольный разрѣзъ, довольно рѣзко отдѣляется отъ остальной части перикарпа и потому можетъ быть названъ эпикарпомъ. За эпидермисомъ слѣдуетъ паренхиматическая ткань, состоящая изъ приблизительно изометрическихъ, умеренно утолщенныхъ, соединенныхъ безъ промежутковъ и наполненныхъ воздухомъ клѣточекъ: она составляетъ мезокарпъ (*m*). Дальше внутри слѣдуетъ нѣсколько слоевъ склеренхиматическихъ элементовъ, представляющихъ эндокарпъ (*en*). Дѣйствительно срединно-продольный разрѣзъ

проходитъ на спинной сторонѣ плодовой стѣнки чрезъ слизевой ходъ, который, однако, бываетъ хорошо виденъ только въ не совсемъ зрѣлой кожурѣ, въ зрѣлой же онъ, напротивъ, представляется почти пустымъ и едва отличается отъ сосѣдней ткани. Не вполне срединно-продольные разрѣзы могутъ обнару-

жить сосудистый пучокъ (*v*), который, прикладываясь къ склеренхиматическому эндокарпу, поднимается по спинной сторонѣ плода и заканчивается у брюшнаго края, именно въ его нижней половинѣ (при *v**). Подъ мѣстомъ прикрѣпленія засохшаго столбика (*st*) брюшной край стѣнки плода выдается впередъ и состоитъ въ этомъ мѣстѣ изъ сильно удлинненныхъ клѣточекъ. За ними, по направленію внутрь, въ благопріятныхъ случаяхъ бываетъ видѣнъ наполненный воздухомъ ходъ (*t*), который подходитъ къ пути цвѣтневой трубки и можетъ быть прослѣженъ до самаго основанія полости завязи. Это тотъ путь, по которому цвѣтневая трубка доходятъ до микропиле сѣмяпочки. Такъ какъ сѣмяпочка обращена микропиле къ спинному краю плодника, то цвѣтневая трубка, проникнувъ въ полость завязи, должны были обростить ея сѣмяносецъ. — Эпи-, мезо- и эндокарпъ различаются на доперечныхъ разрѣзахъ еще лучше, чѣмъ на продольныхъ, и бороздка на срединѣ спинки выступаетъ на такихъ разрѣзахъ особенно явственно. Сѣмя, какъ показываетъ срединно-продольный разрѣзъ плода, заполняетъ почти совершенно полость завязи и прикрѣплено въ центральномъ положеніи ко дну завязи посредствомъ довольно длиннаго, изогнутаго сѣмяносца (*f*). Въ этотъ сѣмяносецъ входитъ сосудистый пучокъ (*fv*). Сѣмя кампилотропное и совершенно заполнено зародышемъ. Въ качествѣ кожи (*ts*) существуетъ только тонкая кожица, состоящая изъ двухъ явственно различаемыхъ слоевъ клѣточекъ. Между ними видѣнъ мѣстами еще третій слой, изъ раздавленныхъ клѣточекъ, который обнаруживается яснѣе послѣ разбуханія въ ѣдкомъ кали. Микропиле (*mp*) рѣзко выдается на сѣмени. Корневой кончикъ зародыша прикладывается къ микропиле съ внутренней стороны. Этотъ корневой кончикъ немного утолщается, а по срединѣ выдается въ видѣ бородавки. Если разрѣзъ прошелъ черезъ самую средину зародыша, то можно видѣть, что эта бородавкообразная выпуклость состоитъ изъ двухъ корневыхъ колпачковъ, края которыхъ переходятъ въ эпидермисъ. На подувисотѣ сѣмени видѣнъ въ зародышѣ образный наружу, узкій вырѣзъ, въ которомъ помѣщается конусъ возростанія стебелька. Этотъ конусъ возростанія окруженъ влагалищемъ сѣмянодоли. Отъ него отходитъ зачатокъ листа, стоящій по срединѣ снаружи (въ нашемъ изображеніи слѣва) и совершенно заполняющій вырѣзъ. Часть, находящаяся между этимъ конусомъ возростанія и концомъ корня, есть подсѣмянодольное колѣно (*Hypocotyl*). Оно покрыто эпидермисомъ и представляетъ три слоя коровыхъ клѣточекъ, правильно расположенныхъ въ видѣ полыхъ цилиндровъ, и срединный пучокъ удлинненныхъ клѣточекъ, который идетъ отъ конца корня къ конусу возростанія стебля. Коровые слои имѣютъ на верхушкѣ только одинъ слой общихъ инициаловъ. Надъ этими послѣдними

проходить дерматогенъ, отъ котораго отдѣляются два корневыхъ колпачка. Центральный пучекъ, который долженъ быть названъ плеромою, завершается собственными инициалами. Подсѣмянодольное колѣно переходитъ въ одну сѣмянодолю. Последняя, соответственно формѣ полости сѣмени, представляется пергнутою, постепенно утолщается къ своему концу и достигаетъ имъ, наконецъ, до рубчиковаго конца сѣмени. Сѣмянодоля состоитъ тоже изъ слоевъ клѣточекъ, параллельно расположенныхъ въ видѣ полыхъ цилиндровъ, а вдоль проходитъ по ней центральный пучокъ удлинненныхъ клѣточекъ. Этотъ пучокъ изгибается подъ конусомъ возростанія и переходитъ въ пучокъ подсѣмянодольнаго колѣна (срав. фигуру). Ряды клѣточекъ коры тоже переходятъ, слабо изгибаясь, изъ подсѣмянодольнаго колѣна въ сѣмянодолю. Эта послѣдняя представляетъ въ нижней своей части, подобно подсѣмянодольному колѣну, три слоя коровыхъ клѣточекъ; выше, соответственно утонченію, два слоя и, наконецъ, одинъ слой. Центральный пучокъ заканчивается на нѣкоторомъ разстояніи отъ вершины сѣмянодоли. Отъ эндосперма въ зрѣломъ сѣмени не остается и слѣдовъ. Всѣ клѣточки самаго зародыша сильно наполнены крахмаломъ. — Поперечные разрѣзы сѣмени не обнаруживаютъ ничего новаго. Но всегда одновременно представляется два поперечныхъ разрѣза, которые отдѣлены другъ отъ друга полоскою ткани, переходящею во внутренній слой клѣточекъ кожуры. Строеніе кожуры на поперечныхъ разрѣзахъ явственнѣе, нежели на продольныхъ. Поперечные разрѣзы зародыша прекрасно показываютъ концентрическое расположеніе слоевъ клѣточекъ.

Оба покрытосѣмянныхъ растенія, которыя мы изслѣдовали, представляютъ намъ чрезвычайно типическіе, но выѣстъ и крайніе примѣры развитія зародыша у двусѣмянодольныхъ и односѣмянодольныхъ растеній, такіе типы, которые далеко не исчерпываютъ всего разнообразія наблюдавшихся случаевъ. Такъ, между двусѣмянодольными есть даже такія, которыя имѣютъ только одну сѣмянодолю (*Carum Bulbocastanum*, *Ranunculus Ficaria*), а между односѣмянодольными такія, у которыхъ сѣмянодоля развивается на верхушечномъ конусѣ возростанія стебелька сбоку (*Dioscoraceae*, *Commelyneae* ³⁾).

Примѣчанія къ XXX-му упражненію.

¹⁾ Справ. Hanstein, Bot. Abhandl. Bd. I. Heft 1, pag. 5. Westermaier, Flora 1876, pag. 483. Famintzin, Mém. de l'Acad. imp. d. sc. d. St. Petersb. VII. Sér. T. XXVI, № 10. Кнѹ, bot. Wandtafeln, Heft I, pag. 20. Conocerание всѣхъ эмбриологическихъ работъ у Goebel'я, Vergl. Entwicklungsge-schichte, in Schenk's Handb. d. Bot. Bd III, pag. 165 ff.

²⁾ Hanstein, Bot. Abhandl. Bd. I, pag. 33; Famintzin, Mém. de l'Acad. imp. de St. Petersb. VII. sér. T. XXVI. № 10, pag. 4.

³⁾ Литература у Goebel'я, l. c. pag. 196 ff.

XXXI. Упражнение.

Плодъ покрытосѣмянныхъ растеній.

Мы познакомились уже съ возможно простымъ случаемъ развитія плодовой коробочки изъ нижней завязи; у орхидныхъ рассмотримъ теперь еще нѣсколько болѣе сложныхъ плодовъ.

Зрѣлая слива (*Prunus domestica*) представляетъ на своей поверхности нѣжный восковой налетъ, который обнаруживается, при разсматриваніи эпидермиса съ поверхности, въ видѣ мелко-зернистаго покрова. Въ тоже время мы видимъ, что эпидермисъ сливы состоитъ изъ клѣточекъ, которыя соединены въ группы, ясно обнаруживающія свое происхожденіе изъ общихъ материнскихъ клѣточекъ; онѣ содержатъ розово-красный ячейковый сокъ. Тонкій поперечный разрѣзъ показываетъ намъ подъ эпидермисомъ нѣсколько слоевъ клѣточекъ, величина которыхъ, по направленію внутрь, сперва быстро уменьшается, а затѣмъ остается постоянною. Клѣточки эти округлены, но образуютъ, однако, только небольшія межклѣтныя пространства. Онѣ содержатъ весьма мелкія, малочисленныя, желтовато-зеленыя зерна хлорофилла, тонкій стѣнкоположный слой протоплазмы, клѣточное ядро и безцвѣтный ячейковый сокъ. По этой паренхиматической ткани проходятъ многочисленныя вѣтви сосудистыхъ пучковъ. Вблизи косточки клѣточки паренхимной ткани становятся мельче и удлиняются въ радіальномъ направленіи. Сама косточка — которую, чтобы не выщербить бритву, нужно рѣзать очень осторожно, сдѣлавъ сначала карманнымъ ножомъ плоское мѣсто — состоитъ изъ сильно утолщенныхъ, одревеснѣвшихъ элементовъ, которыхъ стѣнки пронизаны красиво вѣтвящимися каналами. Исторія развитія показываетъ, что косточка относится къ стѣнкѣ плода, къ перикарпу; что эпидермисъ сливы, эпикарпъ, происходитъ изъ эпидермиса завязи; и что плодовая мякоть, мезокарпъ, развивается изъ наружныхъ, прилегающихъ къ эпидермису, а косточка, эндокарпъ, изъ внутреннихъ частей ткани завязи. Вся ткань сливы, съ косточкою включительно, происходитъ, слѣдовательно, изъ стѣнки завязи. Косточка окружаетъ сѣмя, которое состоитъ изъ зародыша, изъ нѣжной кожуры и остатковъ эндосперма, находящихся между зародышемъ и кожурою. Поперечный разрѣзъ легко обнаруживаетъ двѣ сѣмянодоли, прилегающія другъ къ другу плоскими сторонами. Срединно-продольный разрѣзъ показываетъ намъ

между сѣмянодолями стебелекъ зародыша, который вдается своимъ корневымъ концомъ въ микропилный конецъ сѣмени, и почечку, *plumula*, между основаніями сѣмянодолей. Зародышъ вытѣснилъ во время своего роста всю ткань зачатка сѣмени, за исключеніемъ тонкой кожурѣ, на которой, сбоку отъ микропиле, еще выдается гребневидно засохшій сѣмяносецъ. Тонкіе поперечные разрѣзы сѣмени показываютъ, что кожа состоитъ изъ слоевъ спавшихся клѣточекъ и устлана снаружи округлыми клѣточками, которыя расположены одиночно или группами и которыя утолщены или исключительно только съ выпуклой наружу стороны, или же преимущественно съ этой стороны. Между кожурой и сѣмянодолями находится болѣе или менѣе значительная толща эндосперма, мѣстами состоящая только изъ одного слоя или даже совершенно вытѣсненная. Разсматриваніе кожурѣ съ поверхности обнаруживаетъ, что утолщенные, выдающиеся элементы суть одиночныя или группами расположенныя эпидермоидальныя клѣточки кожурѣ. Стѣнки ихъ утолстились, между тѣмъ какъ сосѣднія клѣточки остались тонкостѣнными, а когда эти послѣднія поспѣвали, то первыя получили характеръ выростковъ. Пores, находящіяся въ боковыхъ стѣнкахъ, придаютъ этимъ клѣточкамъ очень красивый видъ. Если двѣ утолщенныя клѣточки соприкасаются, то ихъ поры приходятся другъ противъ друга. Исторія развитія показываетъ, что кожа развивается изъ одиночнаго покрова сѣмяпочки. Въ завязи помѣщаются двѣ сѣмяпочки, но развивается только одна изъ нихъ.

Представленное описаніе сливы подходитъ, за исключеніемъ небольшихъ отличій, и къ вишнѣ, которая поэтому можетъ быть взята для изслѣдованія вмѣсто первой.

Познакомимся также съ микроскопическимъ строеніемъ яблока. Яблоко принадлежитъ, подобно сливѣ и вишнѣ, къ числу сочныхъ, неразверзающихся плодовъ; но слива или вишня развивается изъ верхней, одногнѣздной завязи, происшедшей изъ пяти плодолистиковъ. По сравненію съ близко родственными розами, можно даже принять, что пятигнѣздная завязь погружена здѣсь въ полую стеблевую часть, въ такъ называемый *hypanthium*, и срослась съ этимъ послѣднимъ, возрѣніе, въ пользу котораго можно привести, однако, только филогенетическія соображенія. Считать яблоко, подобно плоду шиповника, ложнымъ плодомъ (*Scheinfrucht*), во всякомъ случаѣ нельзя, такъ какъ образованіе, изъ котораго развивается яблоко, ничѣмъ не отличается отъ нижнихъ завязей многихъ другихъ растеній.—Яблоко увѣчано на своемъ концѣ пятью болѣе или менѣе отмершими чашелистиками, а также и засохшими остатками прочихъ частей цвѣтка. Съ поверхности, эпидермисъ яблока пред-

ставляется состоящимъ изъ сравнительно мелкихъ, многогранныхъ клѣточекъ, въ распредѣленіи которыхъ еще сказывается послѣдовательность ихъ развитія. Стѣнки клѣточекъ довольно значительной толщины, ихъ ячеичковъ сокъ безцвѣтенъ, или-же окрашенъ въ розовый цвѣтъ. Поверхность эпидермиса покрыта мелкозернистымъ восковымъ налетомъ. Маленькіе бугорки, которые замѣчаются на поверхности яблока, при разсматриваніи въ лупу, снабжены по срединѣ дыхательнымъ устьищемъ. Часто случается, что ткань подъ такимъ дыхательнымъ устьищемъ отмираетъ, иногда и эпидермисъ въ этомъ мѣстѣ разорванъ и рана закрыта пробковой тканью. Тонкіе поперечные разрѣзы показываютъ, что эпидермисъ сильно утолщенъ съ наружной стороны. Подъ нимъ лежатъ нѣсколько слоевъ удлинненныхъ въ тангентальномъ направленіи, довольно толстостѣнныхъ клѣточекъ, которыя, по направленію внутрь, постепенно становятся больше, ихъ стѣнки тоньше и въ тоже время возростаетъ содержаніе хлорофилла. Такимъ образомъ, между эпикарпомъ и мезокарпомъ не существуетъ рѣзкой границы. Зерна хлорофилла сильно наполнены крахмаломъ; ихъ окраска исчезаетъ по направленію внутрь яблока, вмѣстѣ съ тѣмъ уменьшается и число ихъ; наконецъ, на извѣстной глубинѣ, большія, пузыревидно вздутыя клѣточки мезокарпа содержатъ, кромѣ тонкаго стѣнкоположнаго слоя протоплазмы и клѣточного ядра, преимущественно лишь безцвѣтный ячеичковъ сокъ; межклеточныя пространства наполнены здѣсь воздухомъ. По всей ткани разбѣяны сосудистыя пучки. Пять «сѣмянныхъ камеръ» (Kerngehäuse) выстилаетъ гладкая, твердая кожа, эндокарпъ. Кожица эта соответствуетъ косточкѣ сливы. Она состоитъ изъ нѣсколькихъ слоевъ склеренихимныхъ волоконъ, которыя утолщены до потери полости и слой утолщенія которыхъ прободаются мелкими порами. Плоскостные разрѣзы показываютъ, что эти склеренихимныя волокна имѣютъ неправильное, косвенное, часто извилистое положеніе и въ различныхъ слояхъ идутъ въ противоположныхъ косвенныхъ направленіяхъ. Пять гнѣздъ по срединѣ часто расходятся, образуя центральный полый ходъ, въ который отдѣляются гнѣзда въ такомъ случаѣ болѣею частію открываются. На днѣ каждого гнѣзда прикрѣплены двѣ сѣмяпочки, изъ которыхъ только одна или обѣ производятъ сѣмена, а иногда и вообще не развивается ни одна изъ нихъ. — Сѣмя почти заполнено зародышемъ, который имѣетъ такое-же строеніе, какъ и зародышъ сливы или вишни. Бурая кожа, напротивъ того, гораздо толще, чѣмъ у только-что названныхъ растений. На поперечномъ разрѣзѣ она обнаруживаетъ эпидермисъ, наружныя стѣнки котораго сильно утолщены съ вишней стороны, причемъ наружные слои утолщенія безцвѣтны и способны къ разбуханію, внутренніе-же буроватаго цвѣта и не разбухаютъ. Въ

разрѣзахъ, лежащихъ въ водѣ, разбухающіе слои, увеличиваясь въ объемѣ, прорываютъ наконецъ кутикулу и выпячиваются сосочковидно наружу. Благодаря этимъ-то слоямъ поверхность влажного сѣмени представляется скользкою. Ткань, лежащая подъ эпидермисомъ, состоитъ изъ многогранныхъ, на углахъ округленныхъ, сильно утолщенныхъ и побурѣвшихъ клѣточекъ, за которыми слѣдуетъ приблизительно въ трое болѣе тонкій слой, состоящій изъ тангентально удлиненныхъ, тоже побурѣвшихъ, но не столь сильно утолщенныхъ клѣточекъ. Онѣ прилегаютъ къ блестящей, бѣлой, толстой кожнѣ. Последняя развивается изъ сильно утолщенныхъ наружныхъ стѣнокъ самаго наружнаго слоя ядра сѣмянной почки, между тѣмъ какъ остальная часть кожиры происходитъ изъ наружнаго покрова сѣмяпочки. Внутренній покровъ сѣмяпочки вытѣсняется рано. Клѣтки ядра сѣмяпочки, которыхъ слой утолщенія мы отнесли къ кожурѣ, большею частію сплюснены, равно какъ и прочія, еще остающіяся клѣтки ядра сѣмяпочки. За этимъ сплюсненнымъ участкомъ ткани слѣдуетъ тонкій слой эндосперма, который мѣстами вытѣсненъ совершенно и который, гдѣ существуетъ, окружаетъ зародышъ. Клѣтки эндосперма сильно наполнены клейковиною. — Эпидермисъ состоитъ, какъ показываютъ послѣдовательные плоскостные разрѣзы, изъ сравнительно мало удлиненныхъ клѣточекъ, которыхъ внутренніе слои утолщенія снабжены порами. Ткань, слѣдующая за эпидермисомъ и на поперечномъ разрѣзѣ представляющаяся изодиаметрическою, оказывается удлиненною въ продольномъ направленіи и снабжена косвенными щелевидными порами. Тангентально удлиненные, внутренніе элементы кожиры расположены относительно предъидущихъ подъ прямымъ угломъ.

Поперечный разрѣзъ зрѣлаго померанца (*Citrus vulgaris*) ¹⁾ представляетъ снаружи слой, называемый кожей, а внутри гнѣзда, наполненные оранжевокрасною мякотью; число ихъ непостоянно отъ 6 до 12. Съ боковъ гнѣзда отдѣляются другъ отъ друга тонкими перегородками, которыя сходятся къ центральному столбику ткани. Если бы мы пожелали примѣнить къ данному строенію обычные названія частей плода, то наружная кожа могла бы быть названа эпикарпомъ, оранжевокрасная мякоть — мезокарпомъ, а центральный столбикъ ткани и перегородки — эндокарпомъ. Перейдемъ теперь къ микроскопическому изслѣдованію отдѣльных частей. Тонкіе поперечные разрѣзы показываютъ намъ снаружи эпидермисъ изъ мелкихъ клѣточекъ, къ которому прилегаетъ ткань, состоящая изъ клѣточекъ, по направленію внутрь постепенно увеличивающихся. Эпидермисъ, какъ и ближайшая ткань, къ нему прикасающаяся, содержитъ оранжевокрасные хроматофоры, которые дальше внутри исчезаютъ. Здѣсь между клѣточками уже начинаютъ появляться на-

полненные воздухомъ межклеточныя пространства, которыя постепенно становятся больше, а самая ткань получаетъ характеръ псевдопаренхимы. Элементы этой послѣдней удлинены въ тангентальномъ направленіи. Въ кожѣ проходятъ сосудистыя пучки, которые разрѣзъ вскрываетъ большею частію продольно и которые вѣтвятся въ периферическомъ направленіи. Къ эпидермису прилегаютъ большія, замѣтныя для невооруженнаго глаза выстилки эфирныхъ маселъ. Они имѣютъ уже знакомое намъ строеніе, какое мы видѣли у *Ruta*, и легко позволяютъ различать ихъ стѣнку изъ нѣжныхъ клеточекъ. — При макроскопическомъ разсматриваніи плода снаружи, мы различаемъ выстилки масла въ видѣ болѣе темныхъ точекъ, а лежащую между ними ткань—въ видѣ болѣе свѣтлой сѣти. Тонкій плоскостной разрѣзъ наружной стороны обнаруживаетъ намъ прежде всего мелкія, многогранныя клеточки эпидермиса. Тѣ, которыя лежатъ надъ выстилками масла, отличаются отсутствіемъ оранжево-красныхъ хроматофоровъ; вмѣсто нихъ онѣ содержатъ различной величины безцвѣтные шарикъ. Въ эпидермисѣ разсѣяны дыхательныя устья, не содержащія плазмы и замкнутыя изнутри. Непосредственно нижеслѣдующіе разрѣзы представляютъ въ поучительномъ видѣ выстилки масла и окончанія сосудистыхъ пучковъ между ними. Еще болѣе глубокіе разрѣзы показываютъ наконецъ губчатую ткань изъ трубчато удлиненныхъ клеточекъ. Подлѣ гнѣзда клеточки кожи становятся еще болѣе длинными, волокнистыми, отчасти сильно утолщены и снабжены, въ такомъ случаѣ, косвенными порами. Такое-же строеніе имѣютъ и перегородки между гнѣздами: внутри изъ губчатой, снаружи изъ волокнистой, частію сильно утолщенной ткани. Губчатые элементы, лежащіе снаружи гнѣзда, а также внутри перегородокъ, легко разъединяются. Волокнистые элементы, напротивъ, соединены между собою довольно крѣпко. Эти послѣдніе виды лучше всего съ плоскости. Съ этою цѣлью гнѣзда разъединяютъ обычнымъ образомъ, причемъ, окружающая ихъ губчатая ткань разрывается, а волокнистый слой остается въ видѣ нѣжнаго бѣлаго покрова на мякоти. Если теперь развернемъ такой покровъ и разсмотримъ его при сильномъ увеличеніи, то увидимъ, что онъ состоитъ изъ многихъ слоевъ волоконъ, параллельныхъ къ поверхности и поперечныхъ къ длинной оси гнѣздъ. Между неутолщенными волокнами разсѣяны такой-же формы утолщенные и снабженные порами. — Мякоть состоитъ изъ булавовидныхъ трубочекъ, относительно которыхъ легко можно убѣдиться, даже макроскопически, что всѣ онѣ отходятъ отъ наружной стороны гнѣзда. Онѣ прикрѣпляются здѣсь узкимъ основаніемъ и, вдвигаясь другъ между другомъ, заполняютъ гнѣздо. Онѣ тѣмъ длиннѣе, чѣмъ глубже проникаютъ въ гнѣздо, направленіе ихъ радіальное, поперечное къ длинной оси

гнѣзда. Каждая отдѣльная булава оказывается окруженной снаружи слоемъ плотно соединенныхъ, удлинненныхъ, имѣющихъ волокнистый видъ клѣточекъ, какія мы видѣли вокругъ гнѣзда. Между этими клѣточками тоже разсыяны одиночныя, сильнѣе утолщенные, съ косыми порами. Внутренность-же булавъ наполнена очень большими, многогранными, тонкостѣнными, сочными клѣточками, въ содержимомъ которыхъ видны веретенообразныя, очень узкія, оранжево-красныя хроматофоры. — Центральный столбикъ ткани, къ которому сходятся перегородки, состоитъ изъ такой-же губчатой паренхимы, какъ и внутреннія части кожи. — При «раздѣленіи» померанца, какъ мы видѣли, высвобождается содержимое гнѣздъ, окруженное покрывающимъ гнѣздо волокнистымъ слоемъ, который легко отдѣляется отъ губчатой паренхимы. Этотъ волокнистый слой отдѣляется затѣмъ очень легко отъ боковъ каждой части и нѣсколько труднѣе отъ ея наружной стороны, потому что трубочки мякоти соединены здѣсь съ волокнистымъ слоемъ. — Въ мякоти помѣщается неопредѣленное число сѣмянъ. Они занимаютъ внутренній край отдѣлений и мѣстомъ своего прикрѣпленія повернуты внутрь. При разъединеніи отдѣлений, сѣмена отдѣляются отъ плаценты; но большею частію на внутреннемъ краѣ остаются также части ткани центрального столбика, вмѣстѣ съ плацентами.

Такъ какъ померанцовыя деревья нашихъ оранжерей легко могутъ доставить необходимый матеріалъ въ видѣ плодовъ и, притомъ, одновременно различнѣйшія фазы развитія, то мы попробуемъ прослѣдить и исторію развитія этихъ плодовъ, останавливаясь, однако, лишь на главнѣйшихъ стадіяхъ развитія. Поперечный разрѣзъ завязи, взятой изъ цвѣтка, показываетъ уже довольно толстую стѣнку, на периферіи которой находятя вѣстилица масла, и сильно развитый центральный столбикъ, между тѣмъ какъ гнѣзда имѣютъ сравнительно небольшую величину. Сѣмяпочки расположены во внутреннихъ углахъ гнѣздъ двумя рядами и своею длинною осью направлены внаружи. Гнѣзда покрыты изнутри эпидермисомъ, къ которому примыкаетъ два или три слоя ткани безъ промежутковъ, между тѣмъ какъ дальше тканъ уже содержитъ межклеточныя пространства. Изъ наружной поверхности каждаго гнѣзда внутрь его вдаются уже маленькіе бугорки, въ построеніи которыхъ участвуютъ внутренній эпидермисъ и первый слой, слѣдующій за этимъ послѣднимъ. Поперечный разрѣзъ маленькаго зачатка плода, имѣющаго около 5 *mm.* въ поперечникѣ, показываетъ на мѣстѣ маленькихъ бугорковъ цилиндрическіе, мелкоклѣтчные выростки, которые проникаютъ въ гнѣздо до различной глубины и уже начинаютъ двигаться между сѣмяпочками. Эпидермисъ этихъ выростковъ переходитъ въ эпидермисъ гнѣзда, между тѣмъ какъ внутреннія ихъ клѣточки переходятъ въ гиподермальную ткань,

окружающую гнѣздо. Нѣкоторые выростки остановились на ранней фазѣ развитія и клѣточки ихъ поверхности повыросли сосочкообразно. Чѣмъ старше изслѣдуемые зачатки плодовъ, тѣмъ длиннѣе становятся трубочки, которые наполняютъ увеличивающіяся гнѣзда. Но гнѣзда остаются пока еще очень маленькими въ сравненіи съ сильно растущею въ толщину кожей, на периферіи которой соотвѣтственно возрастаетъ число вмѣстилищъ масла. Трубки плодовой мякоти нѣсколько позже начинаютъ утолщаться булавообразно въ верхней своей части, ихъ эпидермисъ вытягивается въ направленіи длины трубокъ, а внутреннія клѣточки трубки остаются изодіаметрическими, вслѣдствіе повторяющихся поперечныхъ дѣленій. Внутреннія клѣточки трубокъ отличаются еще отъ ихъ эпидермиса и желтоватымъ, сильно преломляющимъ свѣтъ содержимымъ. Значительное растяженіе параллельно поверхности гнѣзда испытываетъ также и эпидермисъ, покрывающій гнѣзда, равно какъ и прилегающіе къ эпидермису слои, которые отличались уже на раннихъ фазахъ отсутствіемъ межклѣточныхъ пространствъ. Все это находимъ уже въ зачаткѣ плода, величиною въ 15 или 20 *mm.*, а вмѣстѣ съ тѣмъ, объясняются и главнѣйшіе моменты развитія, потому что трубкамъ теперь остается только расти дальше и дифференцироваться, чтобы достигнуть состоянія, извѣстнаго намъ по зрѣлымъ плодамъ; изъ эпидермиса же гнѣзда и изъ прилегающей къ нему ткани происходитъ волокнистый слой, окружающій участки плода; ткань центрального столбика и кожи, теперь уже содержащая воздухъ, производитъ губчатую паренхиму; на периферіи кожи продолжаютъ залагаться вмѣстилища масла, а слои, теперь хлорофиллоносные, содержатъ позже оранжево-красные хромофоры.

Поперечные разрѣзы завязей, взятыхъ изъ цвѣтка, будучи обработаны ѣдкимъ кали, легко обнаруживаютъ намъ сѣмяпочки ²⁾ въ продольномъ разрѣзѣ. Сѣмяпочки обратноположныя; мы убѣждаемся въ присутствіи у нихъ двухъ покрововъ, ядра сѣмяпочки, а на вполнѣ срединныхъ разрѣзахъ видимъ и маленький зародышевый мѣшокъ. Оплодотвореніе происходитъ у померанцовъ черезъ четыре недѣли послѣ опыленія. Прослѣдить процессъ оплодотворенія затруднительно, но если мы сразу обратимся къ сѣмяпочкамъ изъ плодовъ въ 20 *mm.*, то на разрѣзахъ, произведенныхъ между пальцами, легко можемъ найти въ вершинѣ зародышеваго мѣшка зародышъ, состоящій изъ немногихъ клѣточекъ. Ядро сѣмяпочки представляетъ воронкообразное углубленіе и путь, по которому проходила пыльцевая трубка, намѣченъ клѣточками, съ густымъ содержимымъ. Во внутреннемъ покровѣ самый внутренній слой клѣточекъ отличается своею бурю окраскою и незначительною величиною элементовъ. Внутренній покровъ состоитъ всего изъ нѣсколькихъ

слоевъ клѣточекъ, между тѣмъ какъ наружный имѣетъ значительную толщину. Эпидермисъ послѣдняго начинается наполняться мелкозернистымъ содержимымъ и утолщается снаружи. Если сѣмяпочки достигли вышины въ 3 — 5 *mm.*, то въ нихъ наблюдается весьма своеобразное явленіе. Въ непосредственной близости вершины зародышевого мѣшка, иногда даже и на значительномъ отъ него разстояніи, показываются бугорки, вдающіеся въ полость зародышевого мѣшка, бугорки, которые происходятъ, какъ это можно доказать, вслѣдствіе разростанія (*Wucherung*) прилежащей ткани ядра сѣмяпочки. У *Citrus*, какъ и у нѣкоторыхъ другихъ покрытосѣмянныхъ, рядомъ съ оплодотвореннымъ яйцомъ, развиваются придаточные зародыши. Срединно-продольные разрѣзы нѣсколько болѣе развитыхъ сѣмяпочекъ, показываютъ различныя стадіи развитія такихъ округлыхъ зачатковъ зародышей, вдающихся въ зародышевый мѣшокъ; особенно много ихъ у передняго конца зародышевого мѣшка. Изрѣдка удается констатировать, что зародышъ, происходящій изъ яйца, тоже продолжаетъ развиваться. Вскорѣ начинается образованіе эндосперма, и на продольныхъ разрѣзахъ немного сильнѣе развитыхъ сѣмяпочекъ находимъ зародышевый мѣшокъ уже совершенно заполненнымъ эндоспермомъ. Зародыши вдаются въ этотъ послѣдній и нѣкоторые изъ нихъ начинаютъ вскорѣ образовывать свои сѣмянодоли и принимать форму, характерную для типическихъ двусѣмянодолныхъ. За исключеніемъ наружныхъ клѣточныхъ слоевъ, все ядро сѣмяпочки вытѣсняется зародышевымъ мѣшкомъ. Клѣточки эпидермиса наружнаго покрова значительно вытянулись въ длину и, въ тоже время, сдѣлались выше. Утолщеніе ихъ наружной стороны стало весьма сильнымъ. Напротивъ, прочія ткани наружнаго, равно какъ и внутренняго покрова, не подверглись существеннымъ измѣненіямъ. — Болѣе позднія фазы развитія показываютъ, что зародыши начинаютъ вскорѣ препятствовать развитію другъ друга; одинъ или нѣсколько зародышей одерживаютъ верхъ надъ остальными и заполняютъ зародышевый мѣшокъ, послѣ совершеннаго вытѣсненія эндосперма. Поэтому, продольный разрѣзъ зрѣлаго сѣмени показываетъ намъ одинъ или нѣсколько другъ возлѣ друга лежащихъ зародышей, рядомъ съ совершенно развитыми зародышами и нѣсколько не полныхъ, задержанныхъ въ своемъ развитіи. Такимъ образомъ и у померанцевъ полиэмбрионія основывается не на существованіи въ зародышевомъ мѣшкѣ нѣсколькихъ, способныхъ къ оплодотворенію яицъ, но на развитіи придаточныхъ зародышей. — Кожура состоитъ изъ наружныхъ слоевъ клѣточекъ ядра сѣмяпочки, сильно наполненныхъ содержимымъ, и изъ обоихъ покрововъ. Граница между этими двумя покровами исчезла, но внутренній слой внутренняго покрова отличается своимъ бурнымъ цвѣтомъ. Эпидермисъ

наружнаго покрова значительно увеличился въ вышину, а его наружныя стѣнки приобрѣли еще большую толщину, вслѣдствіе отложенія новыхъ слоевъ утолщенія съ косыми порами. Наружные слои утолщенія разбухаютъ при соприкосновеніи съ водою и придаютъ сѣмени слизисто-скользкую поверхность. Позднѣе образованные, внутренніе слои утолщенія тоже увеличиваютъ объемъ верхней своей части и сосочкообразно выдаются наружу.

Примѣчанія къ XXXI-му упражненію.

¹⁾ Срав. также Poulsen: Botaniska Notiser utg. of Nordstedt 1877, pag. 97, тамъ и прочая литература.

²⁾ E. Strasburger, Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XII, 1878, pag. 952.

XXXII. Упражнение.

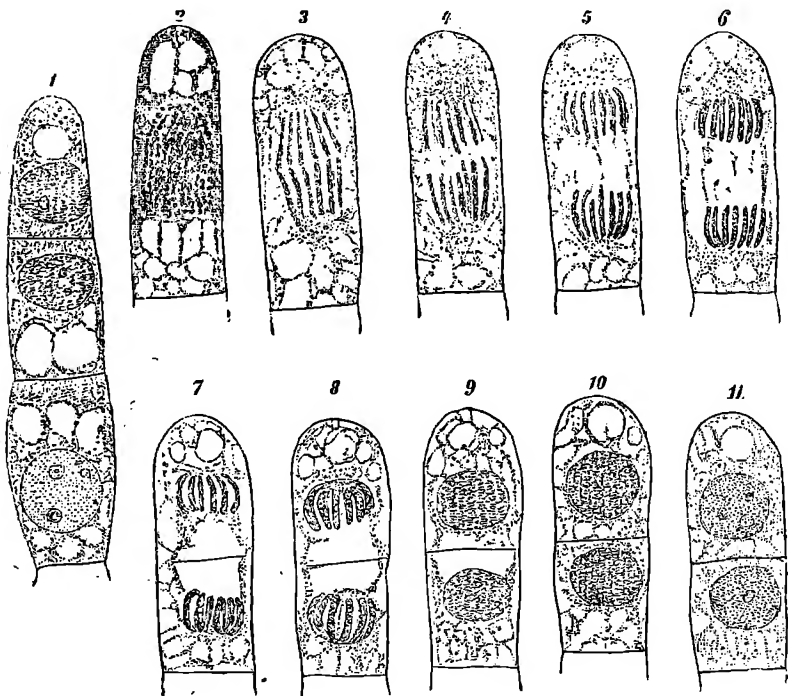
Дѣленіе клѣточекъ и дѣленіе ядеръ.

Самымъ лучшимъ и надежнымъ объектомъ для изученія дѣленія клѣтокъ и ядеръ являются знакомые уже намъ волоски *Tradescantia virginica* или другаго близкаго вида. Мы должны наблюдать волоски на такихъ стадіяхъ развитія, когда они еще не вполне развились и когда клѣтки ихъ дѣятельно размножаются. Съ этой цѣлью мы возьмемъ для изслѣдованія цвѣточные почки, длина которыхъ безъ черешка равна 5—6 *mm*. Раскрывъ такую почку, мы прежде всего, помощью тонкаго пинцета, отрываемъ пыльники отъ тычиночныхъ нитей; затѣмъ скальпелемъ дѣлаемъ поперечный разрѣзъ подъ мѣстомъ прикрепленія завязи и тычиночныхъ нитей и вынимаемъ всю эту часть изъ почки; далѣе мы помѣщаемъ ее въ каплю 3% раствора сахара и препарируемъ тычиночныя нити подъ простымъ микроскопомъ помощью иголокъ. Завязь вмѣстѣ съ частями цвѣтоложа удалается изъ препарата. Препаратъ нашъ мы можемъ наблюдать прямо на предметной пластинкѣ; онъ сохраняется живымъ долгое время подъ покровнымъ стеклышкомъ и даетъ возможность примѣнять сильныя объективы; или мы помѣщаемъ нашъ препаратъ на покровное стеклышко и, опрокинувъ послѣднее, кладемъ его на края влажной камеры. Этимъ способомъ удается сохранить волоски въ теченія 12 часовъ, и дольше, свѣжими и способными къ развитію; правда, въ послѣднемъ случаѣ волоски, лежащіе глубже въ висячей каплѣ, не

доступны для изслѣдованія съ сильными объективами, а потому вообще слѣдуетъ имѣть въ виду, чтобы висящая капля была по возможности плоской.

Покоящееся клѣточное ядро представляется мелко-точечнымъ (фиг. 112, 1 — нижняя клѣтка); рассматривая его при сильномъ увеличеніи или наблюдая клѣтки, пострадавшія отъ дѣйствія окружающей жидкости, мы убѣдимся въ томъ, что имѣемъ здѣсь дѣло не съ изолированными зернышками, а скорѣе съ зернышками, плотно примыкающими другъ къ другу и соединенными въ тонкія извилистыя нити; все ядро представляетъ собою сѣть, или точнѣе систему перекладинъ, окруженную нѣжной стѣнкой. — Между извилинами нитей можно различать многочисленныя разной величины ядрышка. Ядро окружено небольшимъ количествомъ протоплазмы, соединяющей при помощи протоплазматическихъ нитей со стѣнко-положнымъ слоемъ. Эта протоплазма, кромѣ мельчайшихъ, еле замѣтныхъ микрозомовъ, содержитъ болѣе крупныя, сильнѣе преломляющія свѣтъ зерна — лейкопласты. Приготавливающееся къ дѣленію ядро увеличивается въ объемъ, и изъ тонкихъ нитей его сѣти образуется постепенно одна крупно-зернистая нить. Вслѣдъ за тѣмъ ядро удлиняется, и извилины его нити располагаются въ косомъ направленіи, приблизительно параллельно другъ къ другу (фиг. 112, 2); въ то же время протоплазма клѣтки начинаетъ скопляться на обоихъ полюсахъ ядра. Всѣ описанныя здѣсь измѣненія весьма легко прослѣдить на одной и той-же клѣткѣ, нужно только для этого сравнительно долгое время. Затѣмъ зерна въ нити дѣлаются неясными, нить становится постепенно однородной и располагаетъ свои извилины опредѣленнымъ способомъ, прослѣдить который во всѣхъ фазахъ развитія весьма затруднительно. Въ отмирающихъ клѣткахъ ядерныя фигуры въ теченіи короткаго времени становятся болѣе явственными. Изъ различныхъ наблюдений мы можемъ сдѣлать тотъ выводъ, что извилины, расположенныя первоначально въ косомъ направленіи, образуютъ складки въ экваторіальной плоскости ядра и въ то же время располагаются параллельно длинной оси ядра. Тогда ядерная нить въ мѣстахъ загибовъ распадается на сегменты, какъ на полюсахъ, такъ и на экваторѣ, и ядерная фигура состоитъ тогда изъ отдѣльныхъ кусковъ нитей, крючкообразно загнутыхъ къ экватору. Дальнѣйшія перемѣщенія остаются неясными, и рвзко выступаетъ опять только та стадія, на которой куски нити представляются въ видѣ прямыхъ, приблизительно равныхъ по длинѣ сегментовъ, соединенныхъ въ два пучка и соприкасающихся въ экваторѣ своими концами (3). Если эти дочерніе сегменты очень длинные, то на своихъ полярныхъ концахъ они загибаются крючкообразно; число дочернихъ сегментовъ въ обоихъ пучкахъ одинаково. Съ того време-

ни, когда въ ядрѣ мы видѣли крупно-зернистыя, косо-расположенныя нити (2), прошло больше часа времени. Сегменты кажутся почти однородными, но при сильномъ увеличеніи можно замѣтить на ихъ поверхности слабыя перехваты, указывающіе на то, что нити состоятъ изъ участковъ, имѣющихъ форму кружковъ и расположенныхъ одинъ за другимъ. Если въ распоряженіи у насъ имѣется немного времени, то мы начнемъ тщательное наблюденіе съ только что описанной стадіи. Здѣсь



Фиг. 112. *Tradescantia virginica*. Процессы дѣленія въ клеткахъ тычиночныхъ волосковъ. Фиг. 1—въ нижней клеткѣ покоящееся ядро; верхняя клетка только-что раздѣлилась. Фиг. 2—ядро, обнаруживающее крупно-зернистую косою полосатость. Фиг. 3—11—последовательныя стадіи дѣленія, наблюдаемыя въ одной и той-же клеткѣ. 3—въ 10 ч. 10 м.; 4—въ 10 ч. 20 м.; 5—въ 10 ч. 25 м.; 6—въ 10 ч. 30 м.; 7—въ 10 ч. 35 м.; 8—въ 10 ч. 40 м.; 9—въ 10 ч. 50 м.; 10—въ 11 ч. 10 м.; 11—въ 11 ч. 30 м. Увел. 540.

мы должны ждать непосредственнаго раздѣленія двухъ половинокъ ядра, и оно совершается такъ быстро, что можетъ быть наблюдаемо непосредственно. Обѣ половинки ядра отодвигаются другъ отъ друга въ продольномъ направленіи (4); спустя 5 минутъ онѣ отстоятъ уже другъ отъ друга на значительномъ разстояніи (5).

Не всегда всѣ дочерніе сегменты отдѣляются одновременно другъ отъ друга; нѣкоторые запаздываютъ въ этомъ отношеніи и раздѣляются позже другихъ. Во время расхожденія дочерніе сегменты загибаются на полюсахъ, становятся короче и, соотвѣтственно этому, толще (5). Между обоими половинками ядра остается прозрачное вещество, количество котораго вскорѣ потомъ увеличивается, вслѣдствіе перемѣщенія протоплазмы, скопившейся прежде на полюсахъ (5 и 6). Въ этой прозрачной центральной массѣ мы не замѣчаемъ никакого строенія; вполнѣдствіи, впрочемъ, мы будемъ имѣть возможность констатировать, что фактически масса эта дифференцирована на нити. Она принимаетъ постепенно боченкообразную форму, по прошествіи 25—50 м. послѣ начала расхожденія мы замѣчаемъ въ экваторіальной плоскости центральной массы черныя, расположенныя въ одинъ рядъ точки. Вслѣдъ за тѣмъ эти точки сливаются другъ съ другомъ и на мѣстѣ ихъ появляется рѣзкая, темная линія—новая перегородка. Перегородка, слѣдовательно, образуется изъ маленькихъ зернышекъ; послѣднія суть микрозомы и образуютъ то, что мы называемъ клѣточной пластинкой. Такимъ образомъ въ срединномъ протоплазматическомъ прозрачномъ веществѣ, на равномъ разстояніи отъ обѣихъ половинокъ ядра, образуется прежде всего клѣточная пластинка, а изъ нея новая перегородка. Если центральное, боченковидное, протоплазматическое тѣло было такъ широко, что заполняло собою весь поперечный разрѣзъ клѣтки, то вновь образующаяся перегородка примыкаетъ повсемѣстно къ стѣнкѣ материнской клѣтки. Если же протоплазматическое тѣло не заполняло всего поперечнаго разрѣза, то, во всякомъ случаѣ, оно прилегало съ одной стороны къ стѣнкѣ материнской клѣтки; послѣ того какъ на этой сторонѣ образовалась новая перегородка, протоплазматическое тѣло начинаетъ двигаться внутри клѣтки, приходитъ въ соприкосновеніе съ ея стѣнкой по всѣмъ направленіямъ и, такимъ образомъ, восполняетъ недостающіе участки на краяхъ новой перегородки. Такимъ образомъ центральное тѣло отстаетъ отъ готовой уже перегородки и, благодаря образованію новыхъ участковъ клѣточной пластинки, образуетъ недостающія части перегородки (7 и 9). Во время этихъ процессовъ дочерніе сегменты загибаются внутрь ядра и на ихъ экваторіальномъ концѣ (7 и 8). Вслѣдствіе этого концы дочернихъ сегментовъ приходятъ во взаимное соприкосновеніе и сливаются; тогда снова получается одна, образующая клубокъ, ядерная нить. Затѣмъ ядерная нить въ каждомъ зачаткѣ дочерняго ядра становится снова мелко-зернистой, и тогда при слабомъ увеличеніи можно замѣтить, что она, дѣлаясь зигзагообразной, начинаетъ утончаться (9 и 1 въ верхней клѣткѣ). Извилины этой нити становятся длиннѣе, образуютъ все болѣе и болѣе многочисленныя

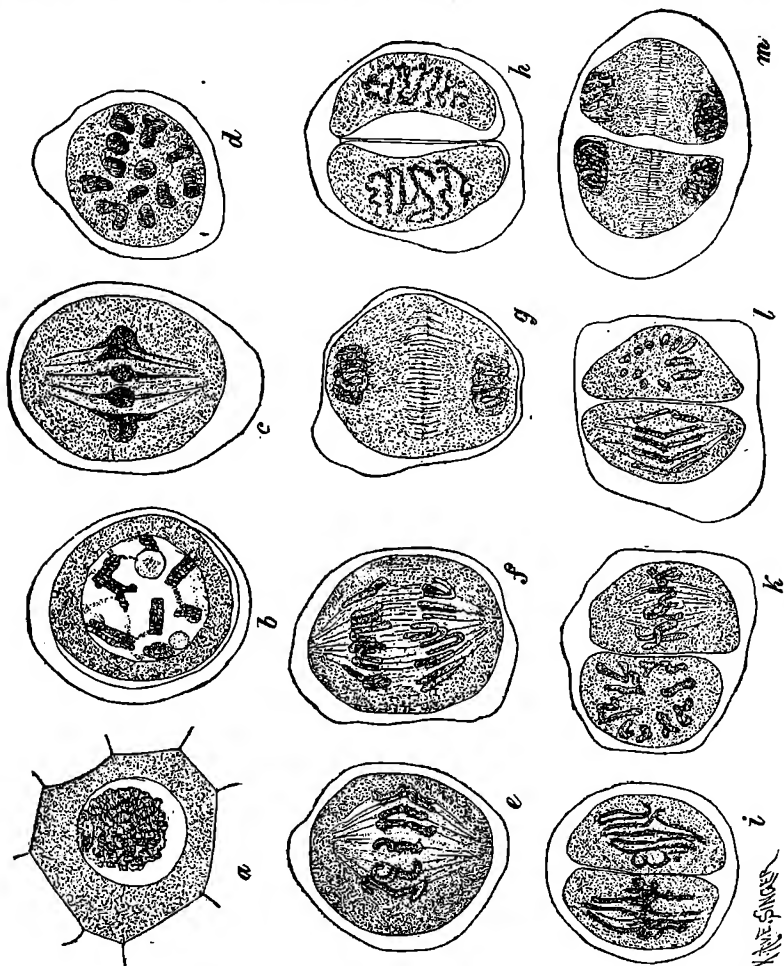
петли, анастомозирующія между собою и такимъ образомъ постепенно получается стадія, послужившая исходной точкой для нашего разсмотрѣнія. Въ тоже время оба дочернія ядра увеличиваются въ объемъ, и весьма вѣроятно, что они питаются на счетъ окружающей цитоплазмы. При этомъ они медленно приближаются къ новой перегородкѣ. Спустя полтора часа послѣ начала расхожденія дочернихъ ядеръ, образованіе послѣднихъ окончено и въ нихъ появляются ядрышки (11). Обработка реактивами даетъ у *Tradescantia* вообще не удовлетворительные результаты. Всего лучше фиксируетъ 1% уксусная кислота, такъ что мы — для того чтобы одновременно получить и окрашивание — будемъ примѣнять метилгрюнъ-уксусную кислоту. При этомъ мы легко убѣдимся, что лежащая между обѣими половинками ядра боченкообразная масса, кажущаяся въ свѣжестъ состояніи прозрачной и служащая мѣстомъ образованія новой перегородки, состоитъ изъ нитей, соединяющихъ оба зачатка дочернихъ ядеръ. Нити эти мы назовемъ соединительными нитями; самыя внутреннія изъ нихъ — прямыя, остальные же имѣютъ форму дугъ, тѣмъ сильнѣе изогнутыхъ, чѣмъ ближе онѣ лежатъ къ краямъ комплекса. Если мы фиксировали соответствующую стадію развитія, то зернушки, образующія клѣточную пластинку, видны весьма ясно и при сильномъ увеличеніи кажутся экваторіальными вздутіями отдѣльныхъ соединительныхъ нитей.

Для того, чтобы скоро добыть стадіи дѣленія ядеръ и клѣтокъ въ фиксированномъ состояніи, возьмемъ для изслѣдованія материнскія клѣтки цвѣтени однодольныхъ. Особенно пригодны для этой цѣли многія *Liliaceae*, какъ *Fritillaria*, *Lilium*, *Alstroemeria*, имѣющія особенно крупныя материнскія клѣтки пыльцы и клѣточные ядра. Названные роды на столько близки въ этомъ отношеніи между собою, что могутъ замѣнять другъ друга. Основывая, поэтому, наше описаніе на *Fritillaria persica*, мы указываемъ на то обстоятельство, что она можетъ быть замѣнена съ успѣхомъ видами *Lilium*, *Alstroemeria* и вообще представителями сем. *Liliaceae* и *Amaryllidaceae*. Во всякомъ случаѣ здѣсь весьма важно выбирать такія растенія, цвѣткія которыхъ состоятъ изъ многочисленныхъ цвѣтковъ, распускающихся послѣдовательно одинъ за другимъ. Какія изъ молодыхъ почекъ заключаютъ желательный для насъ стадіи развитія пыльцевыхъ клѣтокъ — это мы должны опредѣлить изслѣдованіемъ. Мы раскрываемъ очень молодую цвѣточную почку, отдѣляемъ помощью пинцета одинъ изъ пыльниковъ, переносимъ его въ каплю уксусной кислоты метилгрюна или уксусной кислоты генціанафіолета; затѣмъ покрываемъ покровнымъ стеклышкомъ и, надавливая на послѣднее какимъ либо плоскимъ предметомъ, заставляемъ гнѣздышки пыльника лоп-

нуть и выдѣлить свое содержимое; послѣднее татчасъ же фиксируется уксусной кислотой, окрашивается метильгрюномъ или генцианафіолетомъ, а вслѣдъ затѣмъ мы можемъ видѣть, имѣемъ ли мы дѣло съ покоющимися ядрами или со стадіями ихъ дѣленія. Если материнскія клѣтки пыльцы раздѣлены уже на четыре дочернія, или даже молодыя цвѣтныя крупинки отдѣлились уже другъ отъ друга, то, въ такомъ случаѣ, мы должны обратиться въ болѣе молодымъ цвѣточнымъ почкамъ. Вопросъ о томъ, имѣемъ ли мы дѣло съ молодыми цвѣтными крупинками или съ материнскими клѣтками пыли, разрѣшается существованіемъ у послѣднихъ толстой безструктурной оболочки. Мы беремъ для наблюденія послѣдовательно все болѣе и болѣе молодыя цвѣточные почки, пока наконецъ въ ядрахъ тонкостѣнныхъ и находящихся еще въ взаимной связи материнскихъ клѣтокъ мы не увидимъ клубка изъ тонкихъ нитей и плоскаго, прилегающаго къ ядерной стѣнкѣ ядрышка. На этой стадіи развитія клубокъ съеживается отъ дѣйствія реактивовъ, отстаетъ отъ остающейся безцвѣтной стѣнки ядра (фиг. 113, а), и тогда можно убѣдиться, что эта ядерная стѣнка представляетъ собой кожистый слой окружающей клѣточной протоплазмы (цитоплазмы). Ядрышко мы называемъ въ данномъ случаѣ придаточнымъ ядрышкомъ (Paranucleolus) въ виду того, что оно занимаетъ периферическое положеніе и отличается и въ другихъ отношеніяхъ отъ обыкновеннаго ядрышка; оно составляетъ характерную особенность ядеръ всѣхъ материнскихъ клѣтокъ цвѣтенія и споръ. Наблюдаемая здѣсь стадія клубка развилась изъ покоющагося клѣточного ядра, находямаго нами въ еще болѣе молодыхъ цвѣточныхъ почкахъ и состоящаго, какъ и другія ядра, изъ системы тонкихъ перекладинъ и нѣсколькихъ ядрышекъ. Получивъ такимъ образомъ подготовительную стадію дѣленія ядра, такъ сказать профазу дѣленія, съ клубкомъ нити и придаточнымъ ядрышкомъ, мы перейдемъ теперь послѣдовательно къ изученію болѣе старыхъ цвѣточныхъ почекъ. Для фиксирования станемъ опять таки употреблять ту же уксусную кислоту метильгрюнъ, муравьиную кислоту метильгрюнъ, или уксусную кислоту іодгрюнъ, муравьиную кислоту іодгрюдъ, также уксусную кислоту или муравьиную кислоту генцианафіолетъ, или наконецъ, также пикрино-нигрозинъ. Всѣ эти реактивы фиксируютъ непосредственно и каждый имѣетъ извѣстныя преимущества, такъ что можно съ пользою перепробовать всѣхъ ихъ. Препараты, окрашенные генцианафіолетомъ или пикрино-нигрозиномъ не обезцвѣчиваются въ глицеринѣ, и могутъ быть въ немъ сохраняемы. Слѣдующая характерная стадія (b) будетъ та, на которой въ увеличенной полости ядра мы находимъ сегменты ядерной нити, приблизительно въ числѣ двѣнадцати, лежащими у ядерной стѣнки; они распределены довольно равномерно на этой стѣнкѣ. При обра-

ботѣ уксусной кислотой метилгрюномъ окрашиваются только эти сегменты, ядерная же полость остается безцвѣтною; послѣдняя, на молодыхъ стадіяхъ развитія, содержитъ только однородный ядерный сокъ; на болѣе позднихъ стадіяхъ она уже пронизана большимъ или меньшимъ числомъ безцвѣтныхъ нитей цитоплазмы. Придаточное ядрышко окрасилось слабо и прилегаешь къ какому либо мѣсту ядерной стѣнки или къ какому либо сегменту. Эти сегменты произошли изъ ядерной нити, образовавшей прежде клубокъ; эта нить сдѣлалась значительно короче, въ то же время толще, расширилась лентообразно и, въ концѣ концовъ, распалась на названные сегменты. Въ очень благоприятномъ случаѣ мы будемъ въ состояніи констатировать, что каждый изъ такихъ сегментовъ разщепился по длинѣ на два одинаковой толщины дочерніе сегмента (b); послѣдніе частью расходятся и образуютъ фигуры въ видѣ Y и X. Ближайшая характерная стадія представляетъ намъ «ядерное веретено» (c); мы видимъ въ немъ экваторіально расположенные, сильно окрашенные сегменты, образующіе «ядерную пластинку» и тонкія, не окрашенные «волокна веретена», сходящіяся къ обоимъ полюсамъ веретена; къ этимъ волокнамъ веретена прилегаютъ сегменты ядерной пластинки. Сегменты ядерной пластинки имѣютъ форму горизонтально расположеннаго Y, ножки котораго обращены къ полюсамъ, по направленію волоконъ. Разсматриваемая съ полюса, ядерная пластинка имѣетъ видъ, изображенный на фиг. 113, d. Сегменты, расположенные правильно въ ядерной пластинкѣ, встрѣчаются у этого растенія болѣею частью въ числѣ двѣнадцати. Они соотвѣтствуютъ изученнымъ нами раньше парамъ сегментовъ, разщепляющимся по длинѣ и прилежающимъ къ ядерной стѣнкѣ. Ядерная стѣнка растворилась, окружающая цитоплазма проникла въ ядерную полость, причемъ часть ея пошла на образованіе волоконъ веретена. Слѣдующимъ этапамъ, пары дочернихъ сегментовъ расположились въ ядерную пластинку. Такимъ образомъ каждый сегментъ ядерной пластинки представляетъ собою пару дочернихъ сегментовъ. Ножка фигуры Y состоитъ изъ двухъ участковъ, которые оставались во взаимномъ соприкосновеніи и которые обыкновенно сливаются подъ вліяніемъ реактивовъ; ножки Y состоятъ изъ отдѣлившихся другъ отъ друга участковъ дочернихъ сегментовъ. Этимъ заканчиваются подготовительныя фазы дѣленія ядра, его профазы. — Теперь начинаются фазы раздѣленія и распредѣленія дочернихъ сегментовъ, метафазы дѣленія ядра. Въ этомъ процессѣ сегменты-сестры каждой пары отдѣляются другъ отъ друга, одновременно поворачиваются по направленію къ полюсамъ такимъ образомъ, что мѣстами загибовъ они обращены теперь къ полюсамъ (e). Эти стадіи рѣдко удается видѣть на препаратѣ, онѣ совершаются быстро; за то

хорошо видны дальнѣйшія фазы расхожденія сегментовъ-сестеръ, принадлежащія уже къ анафазамъ дѣленія ядра. Такую стадію мы видимъ на фиг. 113, *f*. Дочерніе сегменты слѣдуютъ по волокнамъ веретена и, сближаясь между собою, достигаютъ поляр-



Фиг. 113. *Fritillaria persica*, дѣленіе материнскихъ клітокъ двѣтени. *a* — стадія клубка; *b* — сегменты разщепляются по длине; *c* — ядерное веретено въ профиль; *d* — видимое съ полюса; *e* — дѣленіе ядерной пластинки; *f* — расхождение дочернихъ сегментовъ; *g* — образование дочернихъ клубковъ и кліточной пластинки; *h* — расположеніе ядерной нити въ дочернихъ ядрахъ; *i* — продольное растяженіе и образованіе пятенъ; *k* — ядерное веретено, справа — въ профиль, слева — видимое съ полюса; *l* — отдѣленіе дочернихъ сегментовъ, справа въ профиль, слева съ полюса; *m* — внучатные клубки, образованіе кліточной пластинки. Увел. 800.

ныхъ концовъ этихъ волоконъ. Здѣсь они сливаются своими концами и образуютъ дочерній клубокъ (*g*). Всѣ стадіи отъ начала расхожденія сегмента до только что описаннаго состоянія мы находимъ часто въ одномъ и томъ же гнѣздышкѣ пыльника. Въ то время когда дочерніе сегменты передвигаются къ полюсамъ, волокна веретена остаются между ними въ видѣ соединительныхъ нитей (*f, g*). Число такихъ соединительныхъ нитей увеличивается, благодаря образованію новыхъ, и онѣ образуютъ въ концѣ концовъ боченкообразное тѣло. — Вскорѣ соединительныя нити замѣтны явственно только въ ихъ экваторіальныхъ участкахъ и въ самой экваторіальной полости появляется рядъ зернышекъ, въ видѣ утолщеній этихъ нитей, образуя «кѣлочную пластинку» (*g*); послѣдняя въ концѣ концовъ распространяется на весь диаметръ кѣтки, элементы ея сливаются и образуютъ перегородку, раздѣляющую материнскую кѣтку на двѣ дочернія. Въ дочернихъ ядрахъ образуется нитчатый клубокъ, извилины котораго остаются параллельно первоначальному положенію дочернихъ сегментовъ.

Дальнѣйшіе препараты показываютъ намъ, что ядерная нить въ ядрахъ дочернихъ кѣтокъ становится снова толще (*h*); извилины ея, въ противоположность съ процессами, совершавшимися въ первичномъ ядрѣ, растягиваются, постепенно принимаютъ положеніе перпендикулярное ихъ первоначальному направленію и образуютъ петли въ экваторѣ (*i*). Мѣста загибовъ на полюсахъ и въ экваторѣ разрываются, сегменты укорачиваются и снова передвигаются къ экватору. Такимъ образомъ происходитъ ядерная пластинка, по обѣимъ сторонамъ которой съ трудомъ можно различать волокна веретена (*k* справа); сегменты ядерной пластинки располагаются въ видѣ вѣйна (*k* слѣва). Дѣленіе обоихъ ядеръ происходитъ или въ одной и той же плоскости или въ двухъ взаимно перпендикулярныхъ плоскостяхъ, что и представлено на фигурѣ *k*. — Сегменты ядерной пластинки разщепляются по длинѣ, чего впрочемъ нельзя видѣть на препаратахъ, фиксированныхъ такимъ образомъ; затѣмъ дочерніе сегменты отодвигаются другъ отъ друга и ихъ незначительная толщина доказываетъ на происшедшее разщепленіе (*l*). — Дальнѣйшіе процессы соотвѣтствуютъ процессамъ въ материнской кѣткѣ; обѣ кѣтки распадаются подобнымъ же способомъ на 4 внучатныя кѣтки, которыя или лежатъ въ одной и той же (*m*) плоскости, или перекрещиваются подъ прямымъ угломъ, смотря потому, въ какомъ направленіи раздѣлились ядра. — Четыре внучатныя кѣтки получаютъ собственныя оболочки и, вслѣдствіе растворенія оболочки материнской кѣтки, становятся свободными.

Для подробнаго изученія происходящихъ здѣсь процессовъ дѣленія кѣтокъ, и ядеръ препараты, фиксированные вышеука-

заннымъ способомъ недостаточны. — Для этого мы должны приготовить соответственный матеріалъ, помѣщая содѣтія въ абсолютный алкоголь. Препараты, фиксированные хромовой кислотой, пикриновой кислотой или смѣсями хромовой кислоты уступаютъ вообще спиртовому матеріалу. Изъ объектовъ, пролежавшихъ по меньшей мѣрѣ три дня въ абсолютномъ спиртѣ, мы сдѣлаемъ быстро продольный разрѣзъ пыльника и помѣстимъ его въ растворъ шафранина въ абсолютномъ спиртѣ ²⁾, разбавленный на половину дистиллированной водою. Затѣмъ въ капль этого раствора на предметномъ стеклѣ мы разсматриваемъ наши разрѣзы, для того, чтобы узнать, какія стадіи дѣленія они заключаютъ. Мы оставляемъ разрѣзы въ растворѣ шафранина втеченіи 12—24 ч., переносимъ ихъ затѣмъ въ абсолютный алкоголь и передвигаемъ ихъ тамъ съ мѣста на мѣсто до тѣхъ поръ, пока выдѣляется красящее вещество. — Далѣе мы помѣщаемъ наши разрѣзы въ гвоздичное масло (или еще лучше въ масло душицы *Ol. Origanі*) и послѣ того какъ они вполне пропитались масломъ — переносимъ ихъ въ холодный растворъ даммаровой смолы (даммарова смола растворяется въ горячемъ терпентинѣ и выпаривается до густоты сиропа) или въ канадскій бальзамъ, растворенный въ хлороформѣ; въ этихъ растворахъ разрѣзы сохраняются безъ измѣненія. При правильной обработкѣ окрашеннымъ является лишь вещество ядра; волокна веретена на такихъ препаратахъ слабо замѣтны. — Канадскій бальзамъ просвѣтляетъ препараты въ еще болѣе значительной степени, чѣмъ растворъ даммаровой смолы. — Генціанафіолетъ при подобной же обработкѣ окрашиваетъ ядро почти что лучше чѣмъ шафранинъ ³⁾. Для того чтобы сдѣлать болѣе явственными волокна веретена мы помѣстимъ нѣсколько разрѣзовъ изъ алкогольнаго матеріала въ разведенный растворъ гематоксилина. (На часовое стекло, наполненное дистиллированной водою — нѣсколько капель стараго Гренахероваго или Бёмероваго раствора гематоксилина). — При этомъ не слѣдуетъ переносить разрѣзы прямо изъ алкоголя въ растворъ гематоксилина, а предварительно погружать ихъ въ дистиллированную воду во избѣжаніе образованія на нихъ осадка. — Разрѣзы остаются въ растворѣ гематоксилина нѣсколько часовъ, при чемъ степень окрашиванія можно контролировать при помощи микроскопа. Когда получится желаемое окрашиваніе, препараты заключаютъ въ глицеринъ. Въ случаѣ, если препараты окрасились слишкомъ сильно, излишекъ красящаго вещества извлекаютъ или водою, въ которой разрѣзы должны оставаться въ теченіи долгаго времени, или растворомъ желѣзныхъ квасцовъ. — Перекрашенные препараты можно обработать также 70% алкоголемъ, содержащимъ $\frac{1}{4}$ % соляной кислоты и затѣмъ промыть или 70% алкоголемъ, или водою, содержащею слѣды амміака; послѣдняя обработка тре-

буетъ впрочемъ особенной осторожности. Еще лучшіе гематоксилиновые препараты, не уступающіе шафраниновымъ, можно получить помѣщая разрѣзы, окрашенные въ водномъ растворѣ гематоксилина, въ абсолютный алкоголь, изъ алкоголя въ гвоздичное или лавандовое масло, а изъ масла въ растворъ даммаровой смолы или канадскаго бальзама; разрѣзы должны оставаться короткое время какъ въ алкоголь, такъ и въ маслѣ.

Подробности строенія цитоплазмы чрезвычайно рѣзко выступаютъ въ густомъ, фильтрованномъ растворѣ прозрачнаго шеллака въ абсолютномъ алкогольѣ; препараты послѣ ихъ окрашиванія переносятся изъ алкоголя прямо въ этотъ растворъ и сохраняются въ немъ долгое время безъ измѣненія.

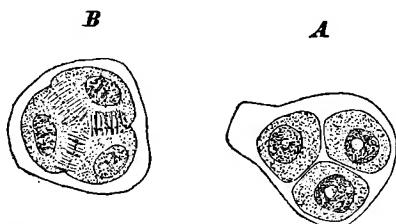
Можно быстро получить поучительные препараты, окрашивая спиртовый матеріалъ діамантъ-фуксинъ-іодгрюномъ ⁴⁾. Лучше всего приготовить отдѣльно растворы діамантъ-фуксина и іодгрюна въ 50% алкогольѣ, налить раствора іодгрюна въ чашку и прибавлять до тѣхъ поръ раствора діамантъ-фуксина, пока жидкость не приметъ явственной фіолетовой окраски. Разрѣзы пыльниковъ, которые желательно окрасить, помѣщаются въ каплю этой жидкости на предметное стекло; по прошествіи приблизительно одной минуты удаляютъ каплю, наклоня стеклышко и прикасаясь кусочками пропускной бумаги; вслѣдъ за тѣмъ прибавляютъ каплю глицерина, распредѣляютъ въ ней разрѣзы и прикрываютъ покровной пластинкой. На такихъ разрѣзахъ цитоплазма окрашена въ красный цвѣтъ, вещество ядра — въ синий, придаточныя ядрышки (raganucleolus) въ красный; разрѣзы эти чрезвычайно изящны и поучительны, хотя по рѣзкости и отчетливости уступаютъ шафраниновымъ и хорошимъ гематоксилиновымъ препаратамъ; ихъ можно замазывать (заклеивать) канадскимъ бальзамомъ и иногда, кромѣ того, еще бумажнымъ лакомъ или Gold Size. Канадскій бальзамъ, какъ было уже упомянуто, растворимъ въ маслахъ, употребляемыхъ для гомогенныхъ иммерсій, а потому и необходима двойная замазка, отличающаяся кромѣ того своей прочностію. — Въ виду того, что употребляемый для замазки канадскій бальзамъ всегда проникаетъ въ небольшомъ количествѣ подъ покровное стеклышко, препаратъ въ этомъ случаѣ не нуждается въ особой защитѣ отъ давленія послѣдняго. Напротивъ того, если для замазки употребляется одинъ только бумажный лакъ или Gold-Size, то весьма полезно намазать предварительно на предметное стекло двѣ полоски лака на такомъ разстояніи другъ отъ друга, чтобы покровная пластинка краями своими лежала на этихъ полоскахъ. Покровная пластинка кладется лишь тогда, когда полоски лака на половину затвердѣли; затѣмъ края пластинки многократно замазываются лакомъ, при чемъ всякій

разъ выжидаютъ, чтобы лакъ, нанесенный раньше—затвердѣлъ и употребляютъ все болѣе и болѣе жидкій лакъ; для этого бумажный лакъ разбавляютъ алкоголемъ, Gold-Size — льнянымъ масломъ. Замазка хороша—если при разсматриваніи препарата на свѣтъ не замѣчается свѣтлой линіи на краяхъ покровной пластинки. — Для защиты объекта можно посредствомъ фитиля зажженной и затѣмъ потушенной восковой свѣчки сдѣлать на предметномъ стеклѣ четыре восковые ножки, на которыхъ будетъ лежать покровная пластинка; эти же восковые свѣчки можно употребить для того, чтобы временно замазывать края покровной пластинки, укрѣпленной на восковыхъ ножкахъ. Наконецъ, можно защитить объектъ отъ давленія покровной пластинки еще болѣе простымъ способомъ, помѣщая въ препаратъ рядомъ съ объектомъ достаточно толстый волосъ или пластинку слюды.

На продольныхъ разрѣзахъ черезъ пыльники мы находимъ материнскія клѣтки на различныхъ стадіяхъ развитія; при этомъ послѣдовательныя стадіи располагаются другъ за другомъ въ томъ или иномъ направленіи, что для наблюдателя чрезвычайно важно.

Для изученія процессовъ, совершающихся въ материнскихъ клѣткахъ цвѣтени двудольныхъ, мы возьмемъ лучше всего какого либо представителя сем. Ranunculaceae или Papaveraceae; во всякомъ случаѣ однако объектъ для изслѣдованія будетъ не вполне благопріятный. Въ нижеслѣдующемъ изложеніи мы будемъ имѣть въ виду *Helleborus foetidus*; всѣ другія двудольныя сходны съ нимъ по существу. Въ цвѣточной почкѣ, длина которой вмѣстѣ съ ножкою равна 8—10 *mm.*, мы найдемъ всѣ стадіи дѣленія въ многочисленныхъ послѣдовательно расположенныхъ пыльникахъ. И здѣсь мы раздавимъ пыльникъ въ одной изъ указанныхъ при разсмотрѣніи *Fritillaria* жидкостей и получимъ подобныя же картины, только въ меньшемъ видѣ. Послѣ перваго дѣленія первичнаго ядра въ соединительныхъ нитяхъ залагается клѣточная пластинка; она однако вновь растворяется и дочернія ядра приготавливаются къ вторичному дѣленію; второе дѣленіе, въ отличіе отъ *Fritillaria*, вполне сходно съ первымъ. — Пары ядеръ соединены соединительными нитями. Эти четыре ядра располагаются въ шарообразной материнской клѣткѣ по угламъ тетраэдра (фиг. 114, А), вслѣдъ за тѣмъ соединительныя нити образуются въ цитоплазмѣ свободно по всѣмъ направленіямъ. — Такимъ образомъ къ двумъ пучкамъ соединительныхъ нитей, существовавшихъ раньше, прибавляется еще четыре новыхъ пучка; въ этихъ шести пучкахъ образуются клѣточные пластинки (А). Послѣднія видны явственно, напротивъ соединительныя нити можно наблюдать только въ самыхъ благопріятныхъ случаяхъ. — Шесть клѣточ-

ныхъ пластинокъ имѣютъ форму круговыхъ квадрантовъ и внутри материнской кѣтки взаимно пересѣкаются. На внутренней поверхности толстой оболочки материнской кѣтки образуется шесть вдающихся внутрь полосокъ (А), къ которымъ прилегаютъ кѣточные пластинки наружными своими краями. Изъ кѣточныхъ пластинокъ вскорѣ образуются кѣточные перегородки и, такимъ образомъ, материнская кѣтка распадается на четыре тетраэдрически расположенныя дочернія кѣтки (В). Эти четыре кѣтки тотчасъ получаютъ собственные оболочки и послѣ растворенія оболочки материнской кѣтки, — становятся свободными.



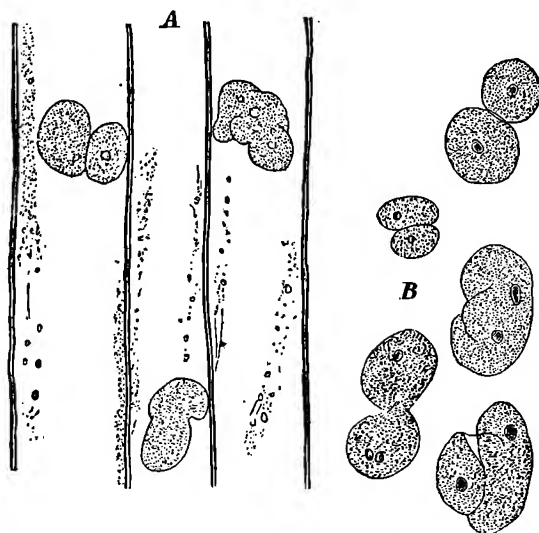
Фиг. 114. *Helleborus foetidus*. Материнскія кѣтки цвѣтени. А — дѣленіе на четыре. В — послѣ окончанія процесса дѣленія. Увел. 540.

Cladophora glomerata представляетъ именно то растеніе, у котораго раньше всѣхъ другихъ было наблюдаемо дѣленіе кѣтокъ ⁵⁾. Мы познакомились уже раньше съ его строеніемъ и знаемъ, что кѣтки его многоядерны. — Дѣленіе кѣтокъ не сопровождается дѣленіемъ ядеръ. Каждая дочерняя кѣтка получаетъ нѣкоторое число ядеръ, которыя размножаются дальше, а слѣдовательно дѣленіе кѣтокъ и дѣленіе ядеръ являются здѣсь совершенно независимыми другъ отъ друга. — Дѣленія кѣтокъ можно встрѣтить здѣсь въ самые различные часы дня, но иногда напрасно искать ихъ; разъ найдено одно дѣленіе, то можно ожидать и другихъ, такъ какъ многія кѣтки нашей *Cladophora*, находящейся въ культурѣ, дѣлятся большею частью одновременно. Узнать стадіи дѣленія легко потому, что мѣсто образованія новой перегородки обозначается въ видѣ свѣтлаго кольца. Процессъ ⁶⁾ начинается слабымъ кольцеобразнымъ скопленіемъ цитоплазмы по срединѣ кѣтки; соответственно этому слой хлорофилла отстаетъ отъ стѣнки. — Зачатокъ перегородки выступаетъ теперь въ видѣ рѣзкой линіи; перегородка вдается въ полость кѣтки въ видѣ полоски и отодвигается все глубже и глубже хлорофиллоносный слой. Кольцеобразное скопленіе цитоплазмы, слабѣе очерченное, остается на внутреннемъ краѣ образующейся перегородки. По обѣимъ сторонамъ новой перегородки, между сдавленнымъ слоемъ хлорофилла и нѣжнымъ кожистымъ слоемъ скопляется кѣточный сокъ и обуславливаетъ собою свѣтлое кольцо, замѣченное на дѣлящейся кѣткѣ. Содержащее хлорофиллъ кѣточное содержимое въ концѣ концовъ разъединяется, а новая перегородка, имѣющая вначалѣ видѣ діафрагмы, превращается въ сплошную стѣнку. Вначалѣ разъединенное кѣточное содержимое лежитъ

на нѣкоторомъ разстояніи отъ новой перегородки; въ послѣдствіи оно приближается къ ней. — Новая перегородка вначалѣ чрезвычайно тонка и утолщается лишь постепенно. Кѣточныя ядра имѣютъ слишкомъ незначительную величину для того, чтобы возможно было изучить ближе процессъ ихъ дѣленія. Стадіи дѣленія этихъ ядеръ легко фиксируются 1% хромовой кислотой, но встрѣчаются рѣдко.

Процессы дѣленія кѣточныхъ ядеръ, сопровождаемые внутренней нитчатой дифференцировкой, соединяются подъ общимъ именемъ не прямыхъ (не непосредственныхъ) и противопоставляются прямымъ (непосредственнымъ), состоящимъ въ прямомъ распаденіи ядра на два дочернія. — Такія прямые дѣленія ядеръ встрѣчаются часто въ старыхъ кѣткахъ вышшихъ растений, а также въ видѣ исключенія въ жизнедѣятельныхъ кѣткахъ междоузлій у *Characeae* ?).

Для изученія прямого дѣленія ядеръ въ старыхъ кѣткахъ — особенно удобны междоузлія *Tradescantia virginica*. Продольный разрѣзъ, наблюдаемый въ водѣ, представляетъ по большей части значительное число такихъ дѣлей (фиг. 115, А).



Фиг. 115. *Tradescantia virginica*. Кѣточные ядра старыхъ междоузлій въ прямомъ дѣленіи. А—въ живомъ состояніи. В—послѣ обработки метилъгрнъ уксусной кислотой. Увел. 540.

Кѣточные ядра обнаруживаютъ свое первоначальное содержимое, но представляются въ то же время перетянутыми на нѣсколько болѣе или менѣе неправильныхъ, различной формы и

величины участковъ. Если вырѣзъ односторонній — то ядра получаютъ почковидную форму, если же перетяжка образуется со всѣхъ сторонъ, то ядра становятся бисковитовидными или даже неправильно лопастыми. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ участки эти совершенно отдѣляются и прилегаютъ другъ къ другу или лежатъ на большемъ или меньшемъ разстояніи другъ отъ друга. Число такихъ отдѣлившихся ядеръ можетъ въ одной клѣткѣ возрасти до 8—10. Отдѣлившіеся участки могутъ въ свою очередь размножаться перетягиваніемъ. Дѣленіе ядра можно найти почти во всѣхъ элементахъ разрѣза, въ особенности легко въ клѣткахъ сердцевинной паренхимы. — Тонкостѣнные элементы сосудистыхъ пучковъ, заключающіе также лопастыя ядра — обнаруживаютъ, кромѣ того, прекрасное движеніе протоплазмы. — Эти клѣточные ядра быстро фиксируются метилгрюнъ уксусной кислотой (фиг. 115, В) и выступаютъ тогда весьма рѣзко.

Въ заключеніе, вооружившись самыми сильными объективами, рассмотримъ еще одинъ вопросъ, разъясненіе котораго имѣетъ первостепенную важность въ дѣлѣ пониманія растительнаго тѣла. Рѣчь идетъ о взаимномъ соединеніи между протоплазматическимъ содержимымъ всѣхъ клѣтокъ растенія такимъ образомъ, что всѣ эти протоплазматическія тѣла одно общее связанное цѣлое ⁸⁾. — Наилучшіе объекты для изслѣдованія этого вопроса даетъ вторичная кора двудольныхъ растений и изъ числа послѣднихъ мы выбираемъ *Rhamnus Frangula*. Съ поверхности куска ствола, толщиною по меньшей мѣрѣ въ 1 *cm.*, мы удаляемъ помощью бритвы перидерму и затѣмъ дѣлаемъ тонкіе тангентальныя разрѣзы черезъ зеленую кору. Этими разрѣзами мы воспользуемся для того, чтобы ориентироваться относительно строенія вторичной коры и съ этой цѣлью будемъ наблюдать ихъ въ водѣ. — Мы обратимъ наше вниманіе исключительно на хлорофиллоносную лубовую паренхиму, состоящую изъ четырёхугольныхъ, вытянутыхъ преимущественно въ тангентальномъ направленіи клѣтокъ. Эти клѣтки имѣютъ болѣе или менѣе сильно утолщенные стѣнки, которые пронизываются широкими и узкими порами; нѣкоторыя поры такъ узки, что съ трудомъ можно различать ихъ ⁹⁾. Всѣ эти поры не окаймлены. Кромѣ клѣтокъ лубовой паренхимы, мы замѣчаемъ прежде всего длинныя лубовыя волокна и разрѣзы сердцевинныхъ лучей веретенообразной формы. — Затѣмъ мы приготовляемъ новые тангентальныя продольныя разрѣзы, помѣщаемъ ихъ на покровную пластину и прибавляемъ каплю концентрированной сѣрной кислоты. По прошествіи нѣсколькихъ секундъ погружаемъ покровную пластинку въ сосудъ съ водою и обмываемъ разрѣзы по возможности быстро и основательно. Далѣе мы окрашиваемъ ихъ воднымъ растворомъ анилиновой

сини снова обмываемъ водою и помѣщаемъ въ разведенный глицеринъ. — Въмѣсто воднаго раствора анилиновой сини, можно употреблять съ удобствомъ пикриновую анилиновую синь; послѣднюю приготавливаютъ, растворяя въ 5% алкоголь пикриновую кислоту до насыщенія и прибавляя анилиновую синь пока растворъ не получаетъ синевато-зеленой окраски. — Изслѣдованіе должно производить съ самыми сильными увеличеніями, если возможно съ объективами для гомогенной иммерсіи. — Дѣйствіе сѣрной кислоты было надлежащее въ томъ случаѣ, если стѣнки клѣтокъ лубовой паренхимы разбухли такъ сильно, что толщина ихъ равна толщинѣ съжившагося протоплазматическаго тѣла. — Срединныя пластинки стѣнокъ также разбухли и это обстоятельство дѣлаетъ объектъ нашъ особенно удобнымъ для изслѣдованія. — Съжившіяся протоплазматическія тѣла приняли отъ анилиновой сини красивую окраску. — Очертанія отдѣльныхъ протоплазматическихъ тѣлъ въ клѣткахъ коровой паренхимы — представляются гладкими на тѣхъ поверхностяхъ, которыя обращены къ клѣточной стѣнкѣ, снабженной мелкими порами; напротивъ, на поверхностяхъ, обращенныхъ къ стѣнкамъ съ болѣе широкими порами, протоплазматическія тѣла снабжены болѣе или менѣе толстыми отростками. Такіе отростки въ двухъ сосѣднихъ клѣткахъ соответствуютъ другъ другу. — Разсмотримъ внимательно разбухшую замыкающую перепонку, раздѣляющую двѣ особенно широкіе и направленные другъ къ другу отростка протоплазматическаго тѣла. Мы найдемъ между этими отростками цѣлый рядъ чрезвычайно нѣжныхъ нитей, кажущихся зернистыми; это — нити протоплазмы, при помощи которыхъ протоплазматическія тѣла сосѣднихъ клѣтокъ соединяются между собою и въ живомъ растеніи. Наружныя нити такого комплекса имѣютъ форму дугъ и потому сильно напоминаютъ соединительныя нити между двумя вновь образовавшимися ядрами. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ обращенны другъ къ другу поверхности двухъ клѣтокъ кажутся гладкими, мы находимъ большую частью срединные слои клѣточной стѣнки пронизанными на всемъ ихъ протяженіи нитями, которыя при сильномъ разбуханіи стѣнки отдѣляются отъ протоплазматическихъ тѣлъ, при слабомъ же остаются въ соединеніи съ послѣдними. Эти нити по срединѣ нѣсколько вздуты и потому имѣютъ веретенообразную форму. — Въ особенно благоприятныхъ случаяхъ веретена раздѣлены по срединѣ и обѣ половинки соединяются чрезвычайно нѣжными, зернистыми нитями. Впрочемъ стоитъ большого труда отыскать подобную картину. — Вообще далеко не всѣ протоплазматическія тѣла обнаруживаютъ свое взаимное соединеніе, быть можетъ только тѣ изъ нихъ, которыя при приготовленіи разрыва не пострадали ни малѣйшимъ образомъ и которыя быстро были фиксированы сѣрной кислотой. Поврежденные, или не достаточ-

но быстро фиксированныя клѣтки втянули свой отростки. — Тѣ стѣнки, которыя пронизаны тонкими нитями на всемъ ихъ протяженіи, возбуждаютъ предположеніе, что пронизывающія ихъ нити здѣсь тѣ же самыя, внутри которыхъ при дѣленіи клѣтки залагается новая перегородка, иными словами, что нити эти суть соединительныя нити, сохранившіяся для того, чтобы соединять протоплазматическія тѣла, раздѣленные перегородкой ¹⁰⁾. При развитіи болѣе широкихъ поровыхъ поверхностей, соединеніе между протоплазматическими тѣлами остается только въ этихъ широкихъ порахъ, но что вообще непосредственное соединеніе между протоплазматическими отростками сосѣднихъ клѣтокъ существуетъ — это, кажется, — не подлежитъ сомнѣнію.

Примѣчанія къ XXXII-му упражненію.

¹⁾ Сравни къ этому отдѣлу: Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl.; Flemming, Zellsbst., Kern u. Zellth.; Strasburger, die Controversen der Kerntheilung. Въ этихъ сочиненіяхъ и остальная литература.

²⁾ Flemming, Archiv f. mikr. Anat. Bd. XIV, pag. 317.

³⁾ Flemming, Zellsbstanz, Kern etc. pag. 384.

⁴⁾ Для двойныхъ окрашиваній тканей, эти красящія вещества предложены впервые Маккарланомъ. Transact. Botan. Soc. Edinb. Bd. XIV, pag 190.

⁵⁾ v. Mohl въ 1835 г. Dissert., отпечатана въ Flora 1837.

⁶⁾ Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 203.

⁷⁾ Johow, Bot. Ztg. 1881, Sp. 728. Strasburger, Ueber den Theilungsvorg. d. Zellk. pag. 98, также Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXI, тамъ и литература.

⁸⁾ Сравни для общей ориентировки Strasburger, Bau und Wachsthum der Zellhăute, pag. 246, 1882. Болѣе специальная литература: Thuret et Bornet, Etudes phycol. pag. 100. Fromman, Stzber. d. Jen. Gesell. f. Med. u. Naturw. 1879, pag. 55 und Beob. über Protopl. d. Pflanzenzellen; Tangl, Jahrb. f. wiss Bot. Bd. XII, pag. 170; Russow, Stzber. d. Dorpater naturf. Gesell. 1882, pag. 350; Strasburger, Stzber. d. Niederrh. Gesell. in Bonn, 4. Dec. 1882; Gardiner, Quart. Journ. Microsc. Sc. 1882, pag. 365; Hillhouse, Bot. Centralbl. Bd. XIV, pag. 89; Gardiner, Quart. Journ. Microsc. Sc. 1883, pag. 301 u. Proceed. Royal. Soc. 1883, pag. 163; Schmitz, Stzber. d. kgl. Ak. d. Wiss. in Berlin 1883, pag. 219; Russow, Stzber. d. Dorpater naturf. Gesell. Sept. 1883; Gardiner, Phil. Transact. of the Roy. Soc. Part. III. 1883, pag. 817.

⁹⁾ Этотъ объектъ рекомендованъ Руссовымъ, употребляемый здѣсь методъ изслѣдованія принадлежитъ Гардинеру, послѣд. соч. p. 821 ff.

¹⁰⁾ Cp. Strasburger, Ueber den Bau u. Wachsth. der Zellh. pag. 248 и Руссовъ въ выше цитированной статьѣ.



Указатель I.

Списокъ изслѣдованныхъ растений.

Относительно растений, употребляемыхъ не въ свѣжемъ состоянїи, вездѣ сдѣланы указанія; названа также часть растений и фаза развитія, пригодныя для изслѣдованія.

Asasia—различныя виды. Цвѣтъ 289.
Asar. Осеннїе, пожелтѣвшїе листья 47.
Aconitum Napellus. Отцвѣтающіе цвѣты 294.

Другіе виды **Aconitum** тоже годятся.

Acorus Calamus. Корень 130.

Adonis flammeus. Цвѣтокъ 46.

Aecidium Berberidis. Свѣжій, засушенный или сохраняемый въ алкоголь 239.

Въ маѣ и юнѣ обыкновененъ на листьяхъ **Berberis vulgaris.**

Aesculus Hippocastanum. Черешки листьевъ, отрѣзанные отъ стебля во время листопада, высуш. съ кусками коры, и сохраняемые въ алкоголь 146.
Зимнія почки 80.

Agaricus campestris. Свѣжій и сохраняемый въ алкоголь 184.

Ailanthus glandulosa. Листья свѣжіе 148.

Alisma Plantago Зрѣлые и не зрѣлые плоды 307.

Allium Cera. Корни 128.

Могутъ быть получены во всякое время посредствомъ культивированія луковницъ въ глянцевыхъ стаканахъ (**Hyacinthengläser**).

Alnus. Вѣтви 56.

Alœ nigricans. Листъ 68.

Часто разводится въ теплицахъ. Можетъ быть замѣненъ другими видами.

Anabaena Azollae 199.

Можетъ быть найдена во всякое время года въ **Azolla caroliniana**, ко-

торую разводятъ въ ботаническихъ садахъ.

Anartychia ciliaris 185.

Весьма обыкновенна на стволахъ деревьевъ.

Ancimia fraxinifolia 70.

Можетъ быть найдена во всякомъ ботаническомъ саду.

Antirrhinum majus. Цвѣтокъ 46.

Aristolochia Siphon. Алкогольный материалъ 100.

Положить въ алкоголь въ юнѣ.

Aspidium Filix mas. Плодущій листъ 260.

Avena sativa. Сѣмена 19.

Bacillus subtilis 217.

Въ настояхъ сѣна. Приготовленія для полученія этой бактеріи въ текстѣ. — **tuberculosis** 214.

Въ мокротѣ чахоточныхъ.

Beggiatoa alba 212.

Встрѣчается въ водѣ, содержащей гниющія части растений, особенно въ такой, въ которую попадаютъ фабричныя отбросы, и въ сѣрныхъ источникахъ.

Bertholletia excelsa. Орѣхъ 33.

Beta vulgaris. Корень 49.

Butomus umbellatus. Завязь 291.

Calluna vulgaris. Цвѣтъ 289.

Capsella bursa pastoris. Соцвѣтія съ плодами 303.

Cheiranthus Cheiri. Листья 73.

Chelidonium majus. Стебель 99.

Citrus vulgaris. Плоды на различных фазах развития 314.

Cladophora glomerata 186.

Cucurbita. Волоски молодых побегов 40.

— Цветень 288.

— Стебель. Связный или в алкоголь 122.

Cytisus Laburnum. Куски коры со старых стволов 144.

Dahlia variabilis. Клубень 53.

Исследование должно быть произведено частью на свежем материале, частью же на положенном не менее как за 8 дней до начала исследования в алкоголь.

Daucus Carota. Корень 47.

Delphinium Ajacis. Завязь 290.

— *Consolida*. Цветок 46.

Dracaena rubra. Куски стебля 94.

Во всех садовых заведениях.

Drosera rotundifolia. Лист 79.

Echeveria. Лист 81.

Eleagnus angustifolia. Лист 76.

Epipactis palustris. Завязь 293.

Equisetum arvense. Молодые побеги 164.

Исследовать связный или сохранить в алкоголь.

Eucalyptus globulus. Лист 81.

Euphorbia helioscopia. Стебель 20.

— *splendens*. Стебель 20.

Evolvulus japonicus. Верхушка побег 161.

Разводится в садах Европы, как украшающий насаждение.

Fagus silvatica. Листья, собранные в солнечных и тенистых местах 153.

Fritillaria persica. Почка на различных фазах развития 323.

Связный и в алкоголь. Этот вид может быть заменен другими видами *Fritillaria*, равно как и видами *Lilium* и *Alstroemeria*.

Funaria hygrometrica 42.

Ginkgo biloba. Осенние пожелтевшие листья 47.

Gloeoscarpa polyderrmatica 201.

Ростет на сырых стенах и скалах.

Gloxinia hybrida. Цветок 300.

Gymnocladus canadensis 148.

Helleborus foetidus. Цветочные почки различного возраста 230.

Heimerocallis fulva. Цветочные почки различного возраста 280. 291.

Связный и в алкоголь.

Hippuris vulgaris. Побеги 158.

Hordeum vulgare. Верхушки корней 169.

Hyacinthus. Завязь 291.

Hydrocharis morsus galae 40.

Iris florentina. Лист 63. 90.

Связный и в алкоголь.

— — Корень 131.

— *germanica*. Корневище 48.

Lathyrus. Цветень 289.

Leptothrix buccalis 213.

В блонде отложения на зубах.

Lilium. Пыльники 285.

— Завязь 291.

Lupinus albus. Семя 31.

Lycopodium complanatum. Стебель 139.

Malva crispa. Цветень 288.

Marchantia polymorpha 179.

Matthiola annua. Стебель и лист 74.

Metzgeria furcata 182.

Обыкновенна на корь лиственных деревьев.

Microsoccus vaccinae 211.

В предохранительной опенной лимы.

Mnium hornum. Цветущие побеги (в мае) и коробочки 253. 254.

— *undulatum*. Побеги 175.

Monotropa hypopitys 296.

В лесах, местами часто; цветет от июля до августа. Должна быть исследована в свежем состоянии, потому что бурхнет в алкоголь. Хорошо выдерживает транспортировку и в стакане с водою долго сохраняется.

Morchella esculenta. В свежем или сухом состоянии 244.

Muscor Muscedo 233.

Появляется через несколько дней на сырых кусках хлеба, положенных под стеклянный колпак.

Nerium Oleander. Лист 71.

Nitella 41.

Nostoc ciniflonum 200.

На сырых дорожках, в виде оливково-зеленых масс, часто.

Oenothera biennis. Цветень 287.
Ornithogalum umbellatum. Сѣмя 57.
Oscillaria 200.

Paeonia. Цветень 289.
Paraver Rhoas. Лепестки 157.
Penicillium crustaceum 237.

Наиболье распространенная плѣсень.
Phoenix dactylifera. Сѣмя 58.
Phytophthora infestans 234.
Picea vulgaris. Женскіе цвѣты 276.

Свѣжіе и въ алкоголь. Оплодотвореніе начинается около 20 іюня (по н. ст.) и совершается большею частью въ нѣсколько дней у всѣхъ деревьевъ данной мѣстности; шишки должно собирать ежедневно, начиная съ 1-го іюня и отдѣленныя чешуи класть въ абсолютный алкоголь; передъ изслѣдованіемъ чешуи должны быть положены по крайней мѣрѣ на 24 часа въ смѣсь $\frac{1}{2}$ алкоголя и $\frac{1}{2}$ глицерина.

Pinnularia viridis 193.

Весьма часто встрѣчается въ стоячихъ и проточныхъ водахъ.

Pinus sylvestris. Мужскіе цвѣты 268.

Цвѣты должно положить въ алкоголь въ концѣ мая и за день до изслѣдованія передложить въ смѣсь изъ равныхъ частей алкоголя и глицерина.

— Куски ствола. Свѣжіе и въ алкоголь 58.

— Женскіе цвѣты 274.

Pisum sativum. Сѣмя 23.

Polypodium vulgare. Листъ 138.

Polytrichum juniperinum. Цвѣтущее растеніе 253.

Собирать въ маѣ.

Populus dilatata, во время листопада, какъ и *Aesculus* 146. 148.

Primula—различныя виды. Завязь 292.

— *sinensis*. Черешокъ листа 78.

Protococcus viridis 197.

Въ видѣ зеленого налета на корѣ деревьевъ, стѣнахъ и т. п., весьма распространенъ.

Prunus domestica. Плодъ 311.

Pteris aquilina. Корневище и черешокъ листа 136.

— *cretica*. Корень 174.

Pteris cretica часто разводится. Опрокидывая цвѣточные горшки, легче всего получить корни съ верхушками.

Russina graminis 239.

Съ поливинны іюня до осени на хлѣбныхъ злакахъ и *Triticum repens*.
Rugus communis. Плодъ 51.
 — *Malus*. Плодъ 312.

Quercus suber. Пробка 145.

Ranunculus repens. Побѣги и корни 97.

Rhamnus Frangula. Вторичн. кора 333.

Ribes rubrum. Кора 146.

Robinia Pseud-Acacia во время листопада, какъ и *Aesculus* 146, 148.

Ricinus. Сѣмя 31.

Rosa semperflorens. Шипы 76.

Rumex Patientia. Влагище листа 78.

Russula rubra 243.

Ruta graveolens. Листья 149.

Большею частью и зимою можно получить свѣжіе.

Saccharomyces Cerevisiae 198.

Saccharum officinarum. Стебель 81.

Часто разводится въ теплицахъ.

Salix Caprea или другой видъ *Salix* 56.

Sambucus nigra. Куски вѣтокъ различнаго возраста 142.

Scolopendrium vulgare. Черешокъ и плодущій листъ 139.

Selaginella Martensii. Плодоносныя побѣги 266.

Свѣжіе или изъ гербаріума. Всюду разводится въ теплицахъ.

Shepherdia canadensis. Листъ 75.

Solanum tuberosum. Клубень 13. 15.

Sphagnum acutifolium 177.

Spirochaete plicatilis 212.

Часто встрѣчается въ водѣ, содержащей гниющія водоросли, особенно *Spirogyra*, *Vaucheria*.

Spirogyra majuscula 191.

Мѣстами встрѣчается спорадически въ болотцахъ.

Starphylea. Цветень 289.

Taxus baccata. Цвѣты и молодые плоды. Свѣжіе или въ алкоголь 271.

Цвѣтеть въ мартѣ. Женскіе цвѣты надо собирать въ апрѣлѣ и алкогольный матеріалъ класть за 24 часа до изслѣдованія въ смѣсь глицерина съ алкоголемъ.

— Корни 132.

Thuia occidentalis. Корень 171.

Tilia parvifolia. Вѣтви 118.

Torenia asiatica. Цвѣтокъ 300.

Для изученія процессовъ оплодотворенія должно произвести $\frac{1}{2}$ — 2 днями раньше опыленіе.

Tradescantia. Тычинки 34.

Могутъ быть найдены съ мая до поздней осени цвѣтущими въ большей части ботаническихъ садовъ.

— *virginica*. Пыльница изъ зрѣлыхъ почекъ 285.

— — Листья 67.

— — Цвѣточные почки 319.

— Боле старыя междоузлія 332.

— — Цвѣтъ 289.

— *zebrina*. Листья 68.

Triticum durum. Мука 19.

— *vulgare*. Зрѣлыя и незрѣлыя зерна 26.

Tropaeolum majus. Листъ 44, 72.

Свѣжій и въ алкоголь.

Tulipa. Завязь 291.

Urtica dioica. Стебель 76.

Vallisneria spiralis. Листъ 41.

Разводится во всѣхъ ботаническихъ садахъ и часто въ комнатныхъ акариумахъ.

Vaucheria sessilis 230.

Verbascum nigrum. Цвѣтокъ 45, 74, 156.

— *thapsiforme* Листъ 75.

Vinca major. Цвѣтокъ 46.

— — Стебель 56.

— *minor*. Цвѣтокъ 46.

Viola tricolor. Цвѣтокъ 74.

Zea Mais. Стебель. Въ алкоголь 82.

Указатель II.

Всѣ спеціальныя реактивы или красящія вещества, если нѣтъ другихъ указаній, могутъ быть приобретаемы: у Dr. Georg'a Grübler'a въ Лейпцигѣ, Dufourstrasse, № 17, у Dr. Theodor'a Schuchardt'a, химическая фабрика въ Гёрлицѣ, у Dr. Carl Roth въ Берлинѣ N. Strassburger Strasse 18; или у Heinr. Sohneke, торгующая химическими товарами въ Halle a S., grosse Steinstrasse Nr. 2, указанные R. Koch'омъ красящія вещества и у König'a, служителя въ физиологическомъ институтѣ въ Берлинѣ, Dorotheenstrasse Nr. 35.—Для нѣкотораго числа спеціально ги-стологическихъ реактивовъ указано здѣсь ихъ приготовленіе.

Агаръ-агаръ, изъ *Gracilaria lichenoides*, на востокъ употребляютъ для приготовленія супа; также изъ *Gigartina speciosa*. Употребляютъ вмѣсто желатины. Выдерживаетъ болѣе высокую температуру, чѣмъ желатина, не разжижаясь.

Азотная кислота.

— въ алкоголь, 3: 100.

Алкоголь абсол. Въ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ требуется алкоголь съ определеннымъ содержаніемъ воды, лучше всего разбавлять абсолютный алкоголь, такъ какъ спиртъ рѣдко бываетъ совершенно безъ кислоты.

— 50%.

— 70%.

Амміакъ (аммоніакъ).

Амміачная окись мѣди. Сѣрнистокислую окись мѣди осторожно осаждаютъ разбавленнымъ амміачнымъ растворомъ, свѣтло-зеленый осадокъ фильтруютъ и промываютъ и, еще влажный, обливаютъ концентрированной амміачною жидкостью, при чемъ раннее полученный осадокъ растворяется, съ выдѣленіемъ теплоты. Послѣ охлажденія на днѣ осѣдаютъ кристаллы амміачной сѣрнистокислой окиси мѣди; отфильтровываемая жидкость содержитъ только амміачную окись мѣди. Сохранять должно въ черныхъ склянкахъ или въ темнотѣ. Schweitzer. Vierteljahrsschr d. naturf. Gesell. in Zürich. Bd. II. 1857.

Анилинблѣу.

Анилингрюнъ.
Анидиновое масло.
Анилинъ, сѣрниокислый.

Висмаркбраунъ.

Везувинъ.
Воскъ.

Гвоздичное масло.
Гематоксилиновая тинктура.

— Бёмера. 0,35 g. гематоксилина растворяютъ въ 10 g. абс. алкоголя и прибавляютъ этотъ растворъ по каплямъ къ раствору 0,1 g. квасцовъ 30 g. дистиллированной воды, пока не получится прекрасный сине-фіолетовый цвѣтъ.

— Гренахера. 1) Насыщенный растворъ кристаллическаго гематоксилина въ абс. алкоголь. 2) Водный насыщенный растворъ кристаллическихъ амміачныхъ квасцовъ. Смѣшиваютъ 4 см. первого раствора съ 150 см. второго. Оставляютъ стоять въ течение недѣли на свѣтѣ, фильтруютъ и разбавляютъ 22 см. глицерина и 22 см. метилового алкоголя. До употребленія лучше всего дать долго стоять, чтобы выдѣлились всѣ осадки.

Генцианавіолетъ.

— въ анилиновой водѣ. Приготовленіе см. стр. 216,

— въ муравьиной кислотѣ. Въ 1-2% муравьиной кислотѣ растворяютъ столько генцианавіолета, чтобы растворъ имѣлъ темно-фіолетовый цвѣтъ.

— уксусной кислотѣ. Въ 1—2% уксусной кислотѣ растворяютъ столько генциана-віолета, чтобы жидкость имѣла темно-фіолетовый цвѣтъ.

Глицериновая желатина по Кайзеру. Одну часть по вѣсу самой чистой французской желатины намачиваютъ въ шести частяхъ по вѣсу дистиллированной воды въ продолженіи около 2 часовъ, прибавляютъ затѣмъ 7 вѣсовыхъ частей химически чистаго глицерина и на каждые 100 g. смѣси прибавляютъ 1 g. концентрированной карболовой кислоты. Затѣмъ, помѣшавая, нагреваютъ 10—15 минутъ, пока не исчезнутъ всѣ хлопья, которые образовались послѣ прибавленія карболовой кислоты. Наконецъ фильтруютъ еще теплую смѣсь чрезъ тончайшую, промытую въ дистиллиро-

ванной водѣ стеклянную вату, которую кладутъ въ воронку мокрою. Bot. Centralbl. Bd. I, pag. 25. Можетъ быть приобретаема у E. Kaiser'a въ Берлинѣ.

— камедь: 10 g. аравійской камеди, 10 g. воды, отъ 40 до 50 капель глицерина. (Dippel, II. Aufl., Bd. I, p. 773).

Глицеринъ, концентр. и разбавленный (2 части глицерина, 1 ч. воды).

Гольд-Сизъ (Gold-Size) (приобрѣтается у C. M. Topping, London, 4, New Winchester Street, Pentonville Hill).

Даммара, растворяется въ тепломъ терпентинѣ и выпаривается до густоты сиропа.

Дисениламинъ.

Діамантъ-фуксинъ-іодгрюнъ. Приготовленіе на стр. 239.

Желатина.

Жидкости для заключенія препаратовъ.

— Гойера, для анилиновыхъ препаратовъ. Высокая, широкогорлая склянка наполняется до $\frac{2}{3}$ отобранными, бѣлыми кусочками аравійской камеди. Сосудъ наполняютъ затѣмъ до самого горла аптечнымъ растворомъ уксуснокислаго кали или амміака. Камедь, при частомъ взбалтываніи, распускается въ нѣсколько дней въ соответственномъ растворѣ и образуетъ сиропообразную жидкость, которую фильтруютъ чрезъ шерстяную бумагу, для чего требуется около 24 часовъ. Biol. Centrbl. Bd. II, pag. 23.

— для карминовыхъ и гематоксилиновыхъ препаратовъ. Приготовленіе, какъ и въ предыдущемъ случаѣ. Въмѣсто уксуснокислаго кали или амміака наливаютъ растворъ нѣсколькихъ процентовъ хлоралгидрата, къ которому прибавлено 5—10% глицерина. По прошествіи болѣе продолжительнаго времени эта жидкость можетъ помутнѣть и въ такомъ случаѣ должна быть профильтрована. Тамъ же.

— мѣсто приобретенія см. стр. 90.

Известь сѣрниокислая.

— фосфорнокислая.

Іодъ въ алкоголь.

— въ водѣ.

Иодные растворы должно сохранять въ темнотѣ или въ храмовыхъ склянкахъ.

Иодъ въ глицеринѣ. Растворъ іода въ глицеринѣ, къ которому затѣмъ прибавляютъ воду.

— въ іодистомъ кали, 5 *cg.* іода, 20 *cg.* іодистаго кали и 15 *g.* дистиллированной воды. Для бактерій приготовленіе на стр. 216.

— и сѣрная кислота, для окрашивания целлюлеза; лучше всего употреблять іодъ въ іодистомъ кали и сѣрную кислоту, состоящую изъ 2 частей сѣрной кислоты и 1 ч. воды, по объему. Russow, Stzber. der naturf. Gessel. in Dorpat, 24 Sept. 1881.

— въ хлоралѣ.

Иодгрюнъ.

— муравьиная кислота. Въ 1—2% муравьиной кислотѣ растворяютъ столько іодгрюна, чтобы жидкость сдѣлалась темно-синезеленою.

— уксусная кислота. Въ 1—2% уксусной кислотѣ растворяютъ іодгрюнъ, пока жидкость не сдѣлается темно-синезеленою.

Иодистый цинкъ въ глицеринѣ. Приготовление на стр. 211.

Кали, азотнокислое.

— двухромовокислое.

— уксуснокислое.

— хлорнокислое.

— ѣдкое.

Камедь, аравійская.

Камфора.

Канадскій бальзамъ, растворенный въ терпентинѣ, хлороформѣ, бензолѣ и ксилолѣ.

С. Kaiser, въ Берлинѣ, продаетъ канадскій бальзамъ, растворенный въ скипидарѣ, въ металлическихъ трубкахъ, по 0,75 мар. за трубку, изъ которыхъ бальзамъ можно выдавливать каплями какой угодно величины, что чрезвычайно удобно.

Карболовая кислота.

Карминовокислый амміакъ.

— Гейера нейтральный: 1 *g.* кармина нагреваютъ въ 1—2 *cc.* крѣпкого амміачнаго раствора и 6—8 *cc.* воды въ песчаной банѣ до тѣхъ поръ, пока не улетучится лишній амміакъ. Послѣ этого показывается только небольшіе пузырьки и амміачное соединеніе начинаетъ разлагаться, вслѣдствіе чего

растворъ становится свѣтло-краснымъ. Послѣ охлажденія, почти всю эту нейтральную жидкость отфильтровываютъ отъ осадка. Если къ этой жидкости прибавить 4—6 объемовъ крѣпкого алкоголя, то образуется свѣтло-красный осадокъ, который отфильтровываютъ и сохраняютъ. По мѣрѣ надобности порошокъ этого раствора берутъ въ водѣ и, прибавленіемъ 1—2% хлоралгидрата, дѣлаютъ его годнымъ къ сохраненію въ теченіи болѣе продолжительнаго времени. Biol. Centrbl. Bd. II, pag. 18.

Карминъ. Растворы кармина даютъ преимущественно диффузное окрашивание, но получаютъ рѣзкую окраску ядеръ, если окрашенные препараты положить на нѣкоторое время въ 50—70% алкоголь, содержащій 0,5—1% соляной кислоты, или если ихъ положить въ глицеринъ, содержащій 0,5% соляной кислоты.

Карминъ, Биля (Beale) 0,5 *g.* кармина въ порошокъ наливаютъ 2,3 *cc.* концентрированного амміака. Когда карминъ растворится, его оставляютъ стоять въ теченіи одного часа и вливаютъ затѣмъ въ смѣсь изъ 66 *cc.* воды, 47,5 *cc.* концентрированного глицерина и 19 *cc.* абсол. алкоголя. Размѣшиваютъ и по прошествіи нѣкотораго времени фильтруютъ. How to work with the Mikr. 5 изд. 1880.

Карминъ, Германна, амміачно-уксуснокислый. Къ амміачному раствору кармина прибавляютъ уксусную кислоту до тѣхъ поръ, пока не начнетъ выдѣляться осадокъ. Послѣ этого фильтруютъ все еще интенсивно окрашенную жидкость, и пускаютъ ее въ употребленіе. Прибавленіе 1 до 2% хлоралгидрата даетъ возможность сохранять ее болѣе долгое время.

— Гренахера, борный. Растворяютъ 2—3% кармина въ 4% растворѣ буры въ водѣ, разбавляютъ равнымъ объемомъ 70% алкоголя и фильтруютъ, по прошествіи продолжительнаго времени. Archiv f. mikrosk. Anat. XVI, pag. 468.

— Гренахера, квасцовый. Кипятятъ въ теченіи 10—20 минутъ водный 1—5% растворъ обыкновенныхъ или амміачныхъ квасцовъ съ $\frac{1}{2}$ — 1% порошкообразнаго кармина и, послѣ охлажденія, фильтруютъ. Прибавля-

ють самое незначительное количество карболовой кислоты. Archiv. für mikr. Anat. XVI, pag. 465.

Карминъ, Тирша (Thiersch), борный. 4 части буры растворяютъ въ 56 частяхъ дест. воды и прибавляютъ 1 часть кармина; затѣмъ 1 объемъ этой жидкости смѣшиваютъ съ 2 объемами абсолютнаго алкоголя и фильтруютъ. Arch. f. mikr. Anat. I. p. 148.

Кедровое масло.

Коралинь (растворенный въ 30% углекисломъ натрѣ).

Кристалль-паласть-лакъ (Cristall-Palast-Lack) Франца Христофа (Franz Christoph, Droguen Handlung, Berlin NW., Mittelstrasse 11).

Ксилолъ.

Лавендовое масло.

Лимонное масло.

Магнезія, сѣрноокислая.

Маскенлакъ № 3, изъ фабрики лаковъ Beseler'a, Berlin, Schützenstr. 66, или изъ института для микроскопій E. Kaiser'a въ Берлинѣ.

Масло душицы (Ol. Origan).

Мадераціонная сѣсь Шульце.

Метильвіолетъ.

— В В В В.

Метильгрюнъ.

— **Муравьинокислый метильгрюнъ.** Въ 1—2% муравьиной кислотѣ растворяютъ столько метильгрюна, чтобы жидкость имѣла темно-синій цвѣтъ.

— **Уксуснокислый метильгрюнъ.**

Метиленбляу.

Милдоновъ реактивъ.

Молибденокислый амміакъ въ концентрированномъ растворѣ хлористаго аммонія.

Муравьиная кислота.

Мѣдъ, сѣрноокислая.

— **уксуснокислая.**

Натрѣ, сѣрноокислый.

— **ѣдкій.**

Нигрозинъ (Trommsdorf'a Qual. I).

О-де-Жавель (Eau de Javelle), собственно хлорноватистое кали, и Eau de Labarraque, собственно хлорноватистый натрѣ. Последний тоже большою частью называютъ Eau de Javelle. Я предпочитаю хлорноватистое кали, хотя они мало различаются по своему дѣйствию. Лучше всего при-

готовлять Eau de Javelle самому, при чемъ размѣшиваютъ 20 частей аптечной (25%) хлорной извести въ 100 частяхъ воды, оставляютъ стоять въ теченіи нѣкотораго времени и прибавляютъ 15 частей раствора чистаго поташу въ 100 частяхъ воды. Послѣ одного или нѣсколькихъ часовъ сѣсь фильтруютъ и фильтратъ сохраняютъ для употребленія. Если бы въ растворѣ содержалось еще кали (и вслѣдствие этого на употребленной каплѣ образовалась бы на воздухѣ пленка углекислой извести), то его легко удалить, прибавивъ нѣсколько капель раствора поташа и отфильтровывая осадокъ.

Оливковое масло.

Осмѣвая кислота 1% (сохранять въ хорошо закупоривающихся склянкахъ, въ темнотѣ).

Пикрокарминъ.

Пикриновая кислота.

Пикрино - алкоголь. Пикринъ въ 5% алкоголя.

— **анилинобляу.** Къ насыщенному водному раствору пикриновой кислоты прибавляютъ около 4% насыщеннаго воднаго раствора анилинобляу, причемъ долженъ получиться темно-сине-зеленый растворъ.

— **нигрозинъ.** Къ насыщенному водному раствору пикриновой кислоты прибавляютъ небольшое количество воднаго раствора нигрозина, пока жидкость не получитъ темно-оливково-зеленаго цвѣта.

— **сѣрная кислота.**

Розанилинвіолетъ. Ганштейна, равныя части метильвіолета и фуксина.

Розанилинъ, сѣрноокислый.

Сафранинъ см. Шафранинъ.

Сахарный растворъ.

Соляная кислота, конц. и разбавл. 10%.

30%.

Сыворотка (serum) изъ крови рога-

таго скота.

— **изъ крови овецъ.**

Сѣроуглеродъ.

Тинктура альканны. Альканную тинктуру разбавляютъ водою на столько, чтобы она не растворяла окрашиваемыя смолы.

Терпентинное масло (скипидаръ).

Уксусная кислота, 1⁰/₀, 2⁰/₀, 38⁰/₀.

Феллинга растворъ. Приготовление на стр. 52.

Фениламинъ.

Флороглюцинъ.

Фукинъ.

Хлоралгидратъ.

Хлористое желѣзо.

Хлористый натръ.

Хлороформъ.

Хлоръ-цинкъ-іодъ. Растворяють цинкъ въ чистой соляной кислотѣ и, въ постоянномъ присутствіи металлическаго цинка, выпаривають до густоты сиропа, прибавляють столько іодистаго кали, сколько можетъ раствориться и затѣмъ столько металлическаго іода, сколько растворится.

Naegeli, Stzber. d. kgl. Akad. d. Wiss. 1863, pag. 383.

Хромовая кислота, 0,5⁰/₀, 1⁰/₀, 20⁰/₀, 25⁰/₀.

Хромово-уксусная кислота, 1⁰/₀.

Целлоидинъ.

Шафранинъ изъ торговли химическими товарами R. Schäfer'a въ Дармштадтѣ или у Dr. Grübler'a.

— въ алкоголь.

— водный.

Шеллакъ, возможно болѣе бѣлый, раствор. въ абсол. алкоголь.

Ѣдкое кали.

Экстрактъ изъ вишневаго дерева.

Эфиръ.

Общій указатель III.*)

Acer. Осенняя желтая окраска 47.

Aconitum Napellus. Строеніе см. сѣмязпочки 294.

Acorus Calamus. Анатомическое строеніе корня 130.

Adonis flammeus. Хроматофоры цвѣтка 46.

Acididium Berberidis. Строеніе гименія. 240.

— — спермогоніи 239.

Aesculus Hippocastanum. Желѣзки 80. Сбрасываніе листьевъ 146.

Agaricus campestris 184 и сл. Поры 185.

Alisma Plantago. Строеніе плода 308; зародыша 308; сѣмени 309.

Allium Cera. Анатомическое строеніе корня 128.

Alnus—вѣтви. Реакція на танинъ 56.

Aloë nigricans. Дыхат. устьица 69.

Althaea rosea. Цвѣтень 287.

Ampelopsis hederaea. Осеннее окрашиваніе въ красный цвѣтъ 47.

Anabaena Azollae 199.

Anartychia ciliaris. Апотеція 245; спермогоніи 246; слоевище 245.

Anemia fraxinifolia. Строеніе эпидермиса 70.

Antirrhinum majus. Ячeykový сокъ вѣнчика 46.

Aristolochia Siphon. Строеніе стебля 100.

Aspidium Filix mas. Спорангіи 260.

Avena sativa. Крахмальныя зерна 19.

Bacillus subtilis 217.

Bacillus tuberculosis. Препараты 215.

— — окрашиваніе 215.

Bacillariaceae 193.

Beggiatoa alba 212.

Bertholletia excelsa. Бѣлковые кристаллы 33.

Beta vulgaris. Строеніе корня 49.

Обнаруженіе присутствія сахару въ корнѣ.

Butomus umbellatus. Плодникъ 291.

Calluna vulgaris. Цвѣтень 289.

Capsella bursa pastoris. Строеніе и развитіе зародыша и сѣмени 304.

— — строеніе кожуры сѣмени 304.

Cheiranthus Cheiri. Волоски 73.

Chelidonium majus. Сосудистыя пучки 99.

— — млечныя трубки 99.

Citrus vulgaris. Развитіе придаточныхъ зародышей 318.

*) Послѣ латинскаго алфавита названій растений, слѣдуетъ русскій алфавитъ названій реактивовъ, приборовъ и т. д.

- Citrus vulgaris*. Анат. строение плода 314.
 — — развитие плода 316.
Cladophora glomerata 186. 227. 331.
 — — ширеноиды 187.
 — — зооспоры 227.
 — — клеточные ядра 188.
 — — деление клеточек 331.
Cucurbita Pepo. Сосудистые пучки 122.
 — — движение протоплазмы в волосках молодых побегов 40.
 — — цветень 288.
Cucurbita leucorhiza. Крахмальные зерна 18.
Cytisus Laburnum. Строение и развитие пробки 144.
Dahlia variabilis. Анатомич. строение клубня 53.
Daucus Carota. Хроматофоры корня 47.
Delphinium Consolida. Завязь 290. Кристал. красящее вещ. в цветах 46.
Dracaena rubra. Анат. строение ствола 94.
Drosera rotundifolia. Переваривающая желёзка 79.
Echeveria. Восковой покров 81.
Eleagnus angustifolia. Чешуйчатые волоски 76.
Eriopactis palustris. Завязь 293.
Equisetum arvense. Стр. стебля 165.
 — — сосудистые пучки 166.
 — — верхушечная клеточка 164.
Eucalyptus globulus. Воск. покров 81.
Euphorbia helioscopia. Крахмальные зерна 20.
 — — *splendens*. Крахмальные зерна 20.
Euponymus japonicus. Разв. побѣга из конуса роста 161.
Fagus silvatica. Анатом. строение листьев 153.
Fraxinus excelsior. Сбрасывание листьев 148.
Fritillaria persica. Дѣление клеточек и ядер 323.
Funaria hygrometrica. Хлорофильные зерна 42.
Gloeoscarpa polyderrmatica. Строение клеточек 201.
Gloxinia hybrida. Зародышевый мѣшок 300.
Helleborus foetidus. Дѣление ядер и клеточек 330.
Heimerocallis fulva. Строение и развитие пыльника 282.
 — — завязь 291.
Heimerocallis fulva. Цветень 281.
Hippuris vulgaris. Конусъ роста 158.
Hordeum vulgare. Конусъ роста корня 169.
Hyacinthus. Завязь 291.
Hydrocharis morsus galeae. Корневые волоски 40.
Iris florentina. Строение листа 90.
 — — эпидермисъ корня 131.
 — — эпидермисъ листа 63.
 — — сосудистые пучки листа 91.
 — — *germanica*. Леукопласты и крахмалъ в корневищѣ 48.
Lilium. Строение завязи 291. Развитие пыльника 284.
Lupinus albus. Алейроновые зерна 31.
Lycopodium complanatum. Строение стебля 139.
Malva crispa. Цветень 288.
Maranta arundinacea. Крахмалъ 19.
Marchantia polymorpha. Строение слоевища 179.
 — — половыхъ органовъ 248.
 — — процессы оплодотворения 250.251.
 — — выводковые почки 247.
 — — масляные тѣла 180.
 — — ризоиды 179. 180.
 — — спорогоній 251.
Matthiola annua. Волоски 74.
Metzgeria furcata. Строение слоевища 182.
Microsoccus Vaccinae 211.
Mnium hornum. Антеридіи 252; архегоніи 253; цветы 253; спорогоніи 254.
 — *undulatum*. Строение листа 176; стебелька 175; вбирание воды листьями 177; движение воды в центральномъ пучкѣ стебелька 175.
Monotropa hypopitys. Развитие зародышевого мѣшка 296.
Morchella esculenta. Гименій 244; эпиплазма 244.
Mucor Mucedo. Спорангіи 234; зиготы 234.
Nerium Oleander. Строение эпидермиса 71.
Nostoc ciniflonum 200.
Oenothera biennis. Цветень 287.
Ornithogalum umbellatum. Строение клеточныхъ оболочекъ въ сѣмени 57.
Oscillaria. Явления движения 201; мѣстообитаніе 200; строение клеточекъ 200.

- Ranunculus repens*. Образование двѣтневыхъ трубочекъ 289.
Rapaver Rhoeas. Строение лепестк. 157.
Penicillium crustaceum. Аски 238.
 — мицелій 238.
 — мѣстообитаніе 237.
 — клѣточные ядра 238.
Pegonoporeae. Антеридіи 237.
 — оплодотвореніе 237.
 — оогоніи 237.
Phaseolus vulgaris. Крахмалъ 18.
Phoenix dactylifera. Строение стѣнокъ клѣточекъ эндосперма 58.
Phytophthora infestans. Гонидіи 235.
 — гаусторіи 236.
Picea vulgaris. Археогоній 278.
 — — женскій цвѣтокъ 276.
 — — зародышевый мѣшокъ 278.
 — — оплодотвореніе 276.
 — — сѣмя 279.
Pinnularia viridis. Движеніе 196.
 — — дѣленіе 195.
 — — оболочка клѣточки 194.
 — — приготовленіе скелетовъ 196.
 — — эндохромныя пластинки 195.
Pinus silvestris. Анат. строеніе ствола 109.
 — — женскій цвѣтокъ 274.
 — — поры 59.
 — — строеніе мужскихъ цвѣтовъ 268.
 — — цвѣтъ 270.
Pisum sativum. Строеніе сѣмени 23.
Pleurosigma angulatum 197.
Polypodium vulgare. Антеридіи 262; археогоніи 264; оплодотвореніе 265; предростокъ 261; спорангіи 258; строеніе черешка 138.
Polytrichum juniperinum. Антеридіи 253.
Populus dilatata. Сбрасываніе листьевъ 148.
Primula. Завязь 292.
 — *sinensis*. Желѣзистые волоски 78.
Protococcus viridis 197.
Protonema 176.
Prunus domestica. Строеніе плода 311.
Pteris aquilina. Анатом. строеніе корневища 136.
 — *cretica*. Развѣтленіе корня 174.
Ruscinia graminis 239.
Rugus communis. Строеніе клѣточекъ въ плодѣ 51.
 — — *Malus*. Строеніе плода 312.
Quercus suber. Строеніе пробки 145.
Ranunculus repens. Строеніе придаточныхъ корней 132.
Ranunculus repens. Строеніе сосудистыхъ пучковъ 97.
Ribes rubrum. Феллодерма 146.
Ricinus. Алѣйровыя зерна 31.
Robinia Pseud-Acacia. Сбрасываніе листьевъ 146. 148.
Rosa semperflorens. Строеніе шиповъ 76.
Rumex Patientia. Желѣзистые волоски влагалища 78.
Russulla rubra 213.
Ruta graveolens. Анат. строеніе листа 149.
Saccharomyces Cerevisiae. Почкованіе 198.
 — — *Saccharum officinarum*. Восковой покровъ 81.
Salix Caprea. Танинная реакція 56.
Sambucus nigra. Пробка и феллодерма 142.
Scolopendrium vulgare. Сори 258.
 — — спорангіи 259.
Selaginella Martensii. Спорангіи 266; споры 267; вегетативные органы 267.
Shepherdia canadensis. Чешуйчатые волоски 75.
Solanum tuberosum. Крахмалъ клубня 15.
Sphagnum acutifolium. Анатомическое строеніе 177.
Spirochaete plicatilis 212.
Spirogyra. Копуляція 226.
 — *majorcula*. Культурa 191.
 — — строеніе клѣточекъ 191.
Staphylea. Образование двѣтневыхъ трубочекъ 289.
Taxus baccata. Анатомія корня 132.
 — — *arillus* 274.
 — — цвѣтъ 271.
 — — цвѣты женскіе 272; мужскіе 271.
Thuia occidentalis. Конусъ возростанія корня 171.
Tilia parvifolia. Анатомич. строеніе ствола 118.
Torenia asiatica. Оплодотвореніе 300.
Tradescantia. Движеніе протоплазмы въ водоскахъ нитей тычинокъ 34.
 — *virginica*. Дыхательныя устья 67.
 — — дѣленіе клѣточекъ и ядеръ 319. 332.
 — — цвѣтъ 285. 289.
 — *zebrina*. Дыхательныя устья 68.
Triticum durum. Крахмалъ 19.
 — *vulgare*. Стр. плода и сѣмени 26.
Tropaeolum majus. Хроматосоры цвѣтка 44.
 — — устья для выдѣленія воды 72.

Tulipa Gesneriana. Завязь 291.

Urtica dioica. Щетинки 78.

— жгути волоски 77.

Vallisneria spiralis. Движение протоплазмы въ листь 41.

Vaucheria sessilis. Зооспоры 230; клеточные ядра 230; оплодотворение 232; половые органы 231.

Verbascum pigmentum. Окончание сосудистыхъ пучковъ въ лепесткахъ 156; волоски вѣнчика и тычинокъ 78; ячеи-

ковый сокъ лепестковъ 45.

Verbascum thapsiforme. Волоски листьевъ 75.

Vinca major. Окрашенный сокъ въ цветкахъ 46.

— склеренхимные волокна стебля 56.

Viola tricolor grandiflora. Волоски лепестковъ 74.

Zea Mais. Строение сосудистыхъ пучковъ 82.

Zoogloea 204.

Аббе, освѣтительный приборъ по. См. освѣтительные приборы.

Агаръ-агаръ. Употребл. его стр. 222.

Азотнокислая записъ руги. См. Миллоновъ реактивъ.

Азотная кислота. Ея употребл. стр. 54. 197. 215.

— въ алкоголь (3: 100) 215.

Алейроновые зерна *Bertholletia excelsa* 33; *Lupinus albus* 31; *Pisum sativum* 25; *Ricinus communis* 31.

— Реакція 25.

Алкоголь абс. Употр. 32. 39. 43. 50. 58. 78. 81. 82. 90. 102. 109. 113. 145. 214. 215. 216. 271. 276. 279. 287. 299.

— 50%. Употр. 189.

— 60%. Употр. 215.

— 70%. Употр. 189.

— 90—95%. Употр. 215.

Американскій орѣхъ см. *Bertholletia excelsa*.

Аммиакъ (аммоніакъ). Употр. 189.

Аммиачная окисъ мѣди. Употр. 57. 209.

Анилинбляу. Употр. 115. 123. 127.

Анилингрюнъ, 0,001%. Употр. 215.

Анилиновая синь см. Анилинбляу.

Анилиновое масло см. Фениламинъ.

Анилинъ, сѣрнистый. Употр. 215.

Антеридій. *Marchantia polymorpha* 248; *Mnium hornum* 252; *Peronosporae* 237; *Polypodium vulgare* 262; *Polytrichum juniperinum* 253; *Vaucheria sessilis* 231.

Антиподный клеточки см. Зародышевый мѣшокъ.

Арроуруть, вестиндскій 19.

— остиндскій 18.

Архегоній. *Marchantia polymorpha* 249; *Mnium hornum* 253; *Picea vulgaris* 276; *Polypodium vulgare* 264.

Бактеріи. Добываніе матеріала 203.

Бактеріи. Культура 217 см. Методы культуръ.

— изслѣдованіе формъ, встречающихся въ тканяхъ 216.

— каріозныхъ зубовъ см. *Leptothrix buccalis*.

— номенклатура 213.

— препараты 210.

— пленка (*Kahmhaut*) 205.

— проростаніе 220.

— образованіе споръ 205. 219.

— различные формы развитія 213.

— предохранительной оспы см. *Micrococcus Vaccinae*.

— рѣсницы 205.

— методы окрашиванія 204. 209. 214 и слѣд.

— содержимое клеточекъ 211.

— сына см. *Bacillus subtilis*.

— туберкулеза см. *Bacillus tuberculosis*.

— зооглеа (*Zoogloea*) 204.

Билевскій карминъ см. Карминъ Биля.

Бисмаркбраунъ. Употр. 204. 209. 211.

Борный карминъ. Употр. 25. 90.

— Гренахера 188.

— Тирша 188.

Бритвы 9. 23.

Бузиная сердцевина 9. Полученіе 64.

— Употр. 64. 150. 153. 158. 177. 185. 239. 258. 303.

Бумажный лакъ см. Маскелякъ.

Бѣлковые кристаллы *Bertholletia excelsa* 33; *Ricinus communis* 31.

Бѣлковая тѣла. Реакція 26.

Бѣлокъ куриного яйца. Употр. 278.

Везувиъ. Употр. 209.

Верхушечная клеточка у *Equisetum arvense* 164; *Metzgeria furcata* 183; *Pteris cretica* 174.

Вестиндскій арроуруть см. Арроуруть.

Виноградный сахаръ см. Глюкоза.

Влагалище сосудистого пучка 83.
 Влажная камера 17.
 Влажная камера изъ картонной рамки 219. 226.
 — изъ стекляннаго колечка 224 234.
 — — въ тоже время и газовая 224.
 — — въ видѣ углубленія въ предметной пластинкѣ 224.
 Воздухъ. Способъ удалять его изъ препаратовъ 44. 45. 49. 71. 300. 308.
 Воздушный насосъ. Его примѣненіе 41. 49. 71. 300. 308.
 Водяная щель (устыице) *Tropaneolum majus* 72.
 Волокна для прикрѣпленія у *Anaptychia ciliaris* 186.
 Волоски. Ихъ строеніе у *Cheiranthus Cheiri* 73; *Matthiola annua* 74; *Verbascum nigrum* 74; *thapsiforme* 75; *Viola tricolor* 74.
 — жгучіе *Urtica dioica* 77.
 — желѣзистые у *Drosera rotundifolia* 78; у *Primula sinensis* 78.
 — покрывающій листья *Echeveria globosa* 81; *Eucalyptus globulus* 81; *Saccharum officinarum* 81.
 — чешуйчатые у *Eleagnus angustifolia* 77; *Shepherdia canadensis* 75.
 — щетинистые *Urtica dioica* 58.
 Волосъ конскій. Употр. 230.
 — человѣка. Употр. 27.
 Волосняной аппаратъ (*Fadenapparat*) 301.
 Воскъ. Его употр. 330.
 — для заклеиванія препаратовъ 330.
 Газовая камера 224.
 Гвоздичное масло. Употр. 215. 216. 217. 287. 328.
 Гематинъ-аммоніакъ. Окраш. 189. 198.
 — приготовленіе 189.
 Гематоксилинъ. Употр. 32. 296.
 — Бѣмера 188.
 — Гренахера 188.
 Генціанавіолетъ. Употреб. 43. 45. 204. 209. 210. 216. 328.
 — въ анилиновой водѣ 216.
 — въ муравьиной кислотѣ 324.
 — въ уксусной кислотѣ 323. 324.
 Гидроиды 61.
 Гиподерма 86.
 Гипохлоритовая реакція 188.
 Гипоплазма 34.
 Глицериновая желатина. Употребл. 90. 190. 295.
 Глицеринъ. Употр. 23. 24. 39. 59. 90. 101. 110. 115. 123. 126. 164. 191. 212. 260. 272. 304. 328. 334.

Глобониды въ алейроновыхъ зернахъ *Bertholletia excelsa* 33; *Ricinus communis* 31.
 Глюкоза. Нахожденіе въ грушѣ 52.
 Годичный кольца 104.
 Гойеровская жидкость для заключенія препаратовъ см. Жидкость для заключенія препаратовъ.
 Гойеровскій карминовокислый амміакъ см. Карминовокислый амміакъ.
 Гольдъ-Сизъ. Употр. 90. 210. 329.
 Гонидіи *Anaptychia ciliaris* 185.
 Груша см. *Pyrus communis*.
 Губчатая паренхима 150.
 Даммерлакъ. Употр. 210. 328.
 Движеніе протоплазмы въ листѣ *Vallisneria spiralis* 41.
 — въ волоскахъ молодыхъ побѣговъ тыквы 40; въ волоскахъ тычинокъ *Tradescantia* 34; въ корневыхъ волоскахъ *Hydrocharis morsus ranae* 40.
 — *Nitella* 41.
 Дифениламинъ 53.
 Діамантъ-фуксинъ-іодгрюнъ. Приготов. и употр. 329.
 Діатомы 193.
 Діафрагмы. Цилиндрическія 11.
 — Употр. 12.
 Древесина. Анатом. строеніе у *Aristolochia Siphon* 105; *Pinus silvestris* 110; *Tilia parvifolia* 118.
 Древесинная паренхима 87.
 Дубильное вещество. Нахожденіе и способъ обнаруженія въ чернильныхъ орѣшкахъ 55; въ стволахъ ивы 56; въ вѣтвяхъ ольхи 56.
 Дыхательныя устья. Ихъ строеніе у *Aloe nigricans* 69; *Aneimia fraxinifolia* 70; *Iris florentina* 63; *Tradescantia virginica* 67; *Tradescantia zebryna* 68.
 — замыкающія кліточки 64.
 — механизмы движенія 66.
 — придаточныя кліточки 68.
 Дѣленіе кліточного ядра у *Fritillaria persica* 259; *Helleborus foetidus* 330; *Tradescantia virginica* 319. 332.
 — не непосредственное 332.
 — непосредственное 332.
 — препараты 329.
 — окисриваніе и окрашиваніе фигуръ дѣлящихся ядеръ 324. 328; алкогелемъ и діамантъ-фуксинъ-іодгрюномъ 329; алкогелемъ и генціанавіолетомъ 329; алкогелемъ и гематоксилиномъ 328; алкогелемъ и шафраниномъ 328.

Ель см. *Picea vulgaris*.

Жгучіе волоски см. Волоски.

Желатина. Употр. 521. 289.

— глицериновая см. Глицериновая желатина.

Желѣзки *Aesculus Hippocastanum* 80; на влагаліщахъ *Rumex Patientia* 78.

Жидкости для заключенія препаратовъ Гойера, получение 90.

— — Употр. 90. 190.

Завязь. Ея строеніе у *Butomus umbellatus* 291; *Delphinium Ajacis* 29; *Eriopactis palustris* 293; *Nemerocalis* 291; *Hyacinthus* 291; *Lilium* 291; *Primula* 292; *Tulipa* 292.

— верхняя 200.

— мономерная 290.

— нижняя 293.

— полимерная 294.

Заклеиваніе препаратовъ 329.

— предварительное 329.

Зародышевый мѣшокъ. Его строеніе и развитіе у *Capsella bursa pastoris* 306; *Monotropa Hypopitys* 296; орхидныхъ 299; *Torenia asiatica* 301.

— яйцевой аппаратъ 298.

Зародышъ. Его строеніе и развитіе у *Alisma Plantago* 307; *Capsella bursa pastoris* 304; *Picea vulgaris* 270.

— придаточные зародыши у *Citrus* 318.

Зиготы *Mucor Mucedo* 234; *Vaucheria sessilis* 232.

Иголки, англійскія 9.

Известь, щавелевокислая. Въ яйцевомъ сокъ *Beta vulgaris* 50; *Jris florentina* 93; *Rosa semperflorens* 76.

— реакціи 50.

— сѣрноокислая. Употр. 191.

— фосфорнокислая. Употр. 191.

Иммерсіонныя жидкости 106. 210.

Инулинъ. Обнаруженіе подъ микроскопомъ 54.

— сверхкристаллы 54.

Источники свѣта, искусственныя 209.

Іодгрюнъ. Употр. 90. 286.

— муравьиная кислота. Употр. 324.

— уксусная кислота. Употр. 324.

Іодъ въ алкоголь. Употр. 21. 43. 45.

— въ водѣ. Употр. 21.

— въ глицеринѣ. Употр. 31.

— въ іодистомъ кали. Употр. 21. 25. 51. 187. 192. 229. 233. 244. 245. 246. 249. 264. 286.

Кали, азотнокислос. Употр. 191.

— двухромовокислос. Употр. 55.

Кали, уксуснокислос. Употр. 160. 164.

— хлорноватокислос. Употр. 107.

— ядкос. Употр. 21. 43. 77. 100. 131. 145. 160. 164. 240. 254. 268. 273. 279. 287. 301. 305. 308.

Камбій межпучковый 102. срав. ростъ въ толщину, сосудистые пучки.

Камедь. Употр. 264. 304.

Камбіальныя кліточки 96.

Каменистыя кліточки груши 51.

Камфора. Употр. 278.

Канадскій бальзамъ. Употр. 215. 329.

— — въ ксилолѣ. Употр. 216.

— — въ терпентинѣ. Употр. 9. 210.

— — въ хлороформѣ. Употр. 90.

Капли масла. Оптическія свойства 32.

Карболовая кислота. Употр. 279. 287. 288. 308

Карминовокислый аммоніакъ, Гойера 188.

Карминъ квасцовый, см. Квасцовый карминъ.

— **Билъ**. Употр. 188.

— **борный**. См. Борный карминъ.

— **уксуснокислый**. Употр. 100.

Квасцовый карминъ. Употр. 90.

Квасцы, водный растворъ. Употр. 189.

Кедровое масло. Употр. 210.

Кисточки 9.

Кліточки, многоядерныя 42.

Кліточное ядро. Окрасиваніе ядра см.

Дѣленіе кліточного ядра.

— его отношеніе къ оплодотворенію 298.

— — его строеніе въ покоящемся состояніи 320.

— **Дѣленіе** см. Дѣленіе кліточного ядра.

— у *Penicillium crustaceum*. 238; *Sporogyr* 192; въ волоскахъ *Tradescantia virginica* 319; въ цвѣтѣи *Tradescantia virginica* 286.

Кліточный сокъ см. Ячейковый сокъ.

Кожура сѣмени. Строеніе у *Capsella bursa pastoris* 304.

Коллекхима 100.

Конскій волосъ. См. Волосъ конскій.

Конусъ возрастанія. Дифференцировка конуса возрастанія. Дерматогенъ 160; периферія 160; периферія 160; столбикъ периферіи 172.

— — методы изслѣдованія 158. 159. 160. 163. 164.

— — просвѣтленіе 160. 163.

— — строеніе его въ стеблѣ *Angiosperma* 160; *Equisetum arvense* 164; *Euponymus japonicus* 161; *Hippuris vulgaris* 158; въ корѣ *Hordeum*

vulgare 169; *Pteris cretica* 175; *Thuja occidentalis* 172.

Корралинъ (въ 30% растворѣ углекислаго натра). Употр. 87. 92. 96. 97. 100. 114. 121. 130. 141.

Корневой чехликъ голосѣмянныхъ 172; *Hordeum vulgare* 169.

Корень. Анатомическое строение корня у *Ascorus Calamus* 130; *Allium Cera* 128; *Iris florentina* 131; *Ranunculus repens* 132; *Taxus baccata* 132.

Крахмальный зерна. Ихъ строение въ вестиндскомъ арроурутѣ 19; въ остиндскомъ арроурутѣ 18; въ *Euphorbia helioscopia* (млечный сокъ) 20; въ *Euphorbia splendens* (id) 20; въ *Iris germanica* 48; въ картофельномъ клубнѣ 13. 15; въ овсѣ 19; въ пшеницѣ 19; въ *Triticum durum* 19; въ фасолѣ 18.

— — ихъ отношеніе къ нагрѣванію 22.

— — открытіе небольшихъ количествъ крахмала 43.

— — отношеніе къ реактивамъ. Растворъ йода 21; тѣкое кали 21.

— — полусложныя 17.

— — сложные 17.

— — слоистость 14.

Крахмальная слизь см. Слизь.

Кремнеземные скелеты. Приготов. 196.

Кристалль-паласть-лакъ. Употр. 30.

Кровяная сыворотка. Употр. 222.

Ксилема см. сосудистые пучки.

Кислодъ. Употр. 210. 216.

Культура бактерій см. Методы культивирования бактерій.

Куриный бѣлокъ см. Бѣлокъ куриный яйца.

Куски дерева изъ тополя. Употр. 303.

Кутикула. Реакціи 66.

Кутинъ. Реакціи 61.

Лавендовое масло. Употр. 329.

Лепестокъ. Его строение у *Paraver Rhoeas* 157; у *Verbascum nigrum* 156.

Лейкопласты *Iris germanica* 48; въ волоскахъ тычинокъ *Tradescantia* 35; *Verbascum nigrum* 45; *Tradescantia virginica* 67.

Лимонная кислота. Употр. 288.

Липа см. *Tilia parvifolia*.

Липовое дерево. Употр. 303.

Листъ. Анатомическое строение листа *Fagus silvatica* 153; *Mnium undulatum* 176; *Ruta graveolens* 149; *Sphagnum acutifolium* 178.

Листъ. Вліяніе мѣстонахожденія на строение листа 155.

— механическія приспособленія 154.

— распределеніе и функціи хлорофиллоносныхъ клѣточекъ 155.

— ткани листа: ассимиляціонная 155; вентиляціонная 156; паренхима нервовъ 156; транспираціонная ткань 156.

Лупа 7; апланатическая 7.

Магнезія, свѣрниокислая. Употр. 191.

Масло душицы (*Ol. Origani*) 328.

Масла, жирныя. Реакціи 32.

— жирныя. Реакціи 32.

Маскенолакъ. Употр. 90. 210. 329.

Мацерационная смѣсь Шульце. Употр. 107. 145.

Межклеточные ходы. Лизигенные 84.

— — схизогенные (шизогенные) 84.

Методы культивирования бактерій 203. 217 и слѣд.

— — Агерь-агаръ 222.

— — — Аппараты. Мѣста ихъ приоб-рѣтенія 224.

— — — Влажные камеры 219. 224.

— — — Желатинная культура 221.

— — — Кровяная сыворотка 222.

— — — культура на предметныхъ пластинкахъ 223.

— — — Методъ фракціонирования 221.

— — — Методъ разбавленія 221.

— — — Ящики съ двойными стѣнками для культуръ (*Vegetationskasten*) 224.

Механическая система 86.

Микопротейнъ 204.

Микрозома 23.

Микрометрический винтъ 11.

Микроскопы. Указаніе удобныхъ комбинацій 1.

Микроскопъ, сложный (Штативъ Цейсса) 11.

Микротомъ. Употр. 65. 167.

— Приобрѣт. 65.

Миллоновъ реактивъ. Употр. 25.

Млечный сокъ 84.

Млечныя трубки. Ихъ строение у *Che-lidonium majus* 99.

Мѣдъ, уксуснокислая окись. Употр. 52.

— свѣрниокислая. Употр. 53.

Нагрѣвательные столики 22.

Нажимы 12.

Навѣзка винта Society-screw 6.

Натръ, свѣрниокислый. Употр. 212.

— тѣкій. Употр. 52.

Нигрозинъ. Употр. 79. 96.

— пикриновая кислота 218.

Нитраты, микрохимическія реакціи 53.
Нитриты, микрохимическія реакціи 53.
Ножка микроскопа 11.
Нутація осциллярій 201.

Обозначеніе препаратовъ 18.

Обращающая изображение призма см.
Призма.

Объективы для гомогенной иммерсии.
Приобрѣт. 4.

— — — Употр. 164. 206.

— для водной иммерсии. Приобр. 4.

— Употр. 164. 206.

Окись желѣза, сѣрноокислая. Употр. 55.

Окрашивание бактерій 209. 214. Сравн.
отдѣльные объекты, которые должны
быть окрашены.

— — двойное 90.

— — содержимого клѣточекъ Билев-
скимъ карминомъ 188; Гренажеров-
скимъ карминовокислымъ амміакомъ
188. См. кромѣ того отдѣльные спо-
собы окрашивания.

Окуляръ, обращающій изображение. Упо-
требл. и приобр. 7.

Оливковое масло. Употр. 32.

Ольховыя вѣтви. Реакція на танинъ 56.

Оогоній переноспоровыхъ 237; *Vaucheria sessilis* 231.

Оплодотвореніе у *Marchantia polymorpha* 250; *Monotropia hypopitys* 298; *Peronosporae* 237; *Picea vulgaris* 276; *Torenia asiatica* 300; *Vaucheria sessilis* 232.

Орхидныя. Зарооидышевый мѣшокъ и
оплодотвореніе 299.

Освѣтительный приборъ Аббе 5. Употр.
208. 217.

Освѣтительные приборы другой кон-
струкціи 5.

— — Употр. 209. 217.

Освѣщеніе на темномъ полѣ зрѣнія 263.

Осеннее бурое окрашивание 47.

— желтое окрашивание 47.

— красное окрашивание 47.

Осмиевая кислота. Употр. 38. 215. 249.

Остиндскій арроурутъ 18.

Отыскиваніе опредѣленнаго мѣста въ
препаратъ 219.

Палисадныя клѣточки 150.

Перекрашенные препараты. Обработка
такихъ препаратовъ 189.

Переноспоровыя. Антериди 237.

— Оплодотвореніе 237.

— Оогоній 237.

Пикрино-алкоголь. Употр. 188. 192.

Пикрино-анилиноблѣу. Употр. 90. 334.

— нигрозинъ. Употр. 90. 324.

Пикриновая кислота. Употр. 188. 198.

Пикрокарминъ. Употр. 216.

Пинсетъ стальной 6.

Питательная жидкость для бактерій см.

Методы культивированія бактерій; для
прѣсноводныхъ водорослей 191.

Пиреноиды у *Cladophora glomerata* 187;
Spirogyra majuscula 192.

Плазмализа 192; въ волоскахъ тычи-
нокъ *Tradescantia* 39.

Плодь. Ея строеніе у *Alisma Plan-
tago* 309; *Citrus vulgaris* 314; *Pru-
nus domestica* 311; *Pyrus Malus* 312.

— ея развитіе у *Citrus vulgaris* 316.

Планта, свободная центральная у *Primula* 292.

Покровныя стекла. Приобр. 8.

— — форматъ и толщина 8. 9.

Полоски, защищающія препараты
(*Schutzleisten*) 30.

Поры, окаймленныя, у *Pinus silvestris*
59.

— одностороннія, 106. 111.

— простыя, у *Agaricus campestris* 185;
Beta vulgaris 50.

— перепонка, замыкающая пору 60.

— торусъ 60.

— въ корѣ см. пробковыя чечевички.

Предметный микрометръ. Приобр. 8.

Предметныя пластинки (стекла). При-
обр. 8.

— — форматъ 8.

Предметный столикъ, нагревательн. 22.

Предростокъ *Polypodium vulgare* 261.

Препараты. Сохраненіе окрашенныхъ
препаратовъ 190 см. Препараты въ
прокъ.

— удаленіе изъ нихъ воздуха см. Воз-
духъ; пылинки 27.

— въ прокъ. Пригот. 27. 89.

Препарируемыя ножницы 9.

Препарируемый (простой) микроскопъ см.
Симплексъ.

Препарированіе подъ микроскопомъ 27.

Придаточное ядрышко (*paranucleolus*)
324.

Призма, обращающая изображение. Упо-
требл. и приобр. 7.

Пробка. Строеніе и развитіе у *Cytisus
Laburnum* 144; *Quercus suber* 145;
Ribes rubrum 146; *Sambucus nigra*
142.

— Реакціи 145.

— окрашивание 145.

— стѣнки клѣточекъ, ихъ строеніе 144.

- Пробковые куски для дѣланія тонкихъ разрѣзовъ. Употр. 65. 303. 307.
- Пробковыя чечевички (бугорки) *Sambucus nigra* 143.
- Пробные объекты 197.
- Прокалываніе 162.
- Простой микроскопъ см. Симплексъ.
- Протеиновые зерна см. Алейиновыя зерна.
- Протеиновые кристаллы см. Бѣлковые кристаллы.
- Протоксилама 85.
- Протонема 140.
- Протоплазма. Индифферентныя полосы 41. 42.
- Ротация 41; см. Движеніе протоплазмы.
- Сокращеніе см. Плазмолиза.
- Циркуляція 40.
- Протофизма 85.
- Пузырьки воздуха въ жидкости, въ которой производится наблюденіе. Способъ ихъ узнавать 16. 27.
- Пшеничная мука. Исслѣдованіе крахмала 19.
- Пыль. Удаленіе ея изъ препаратовъ 27.
- Пыльникъ, его строеніе и развитіе у *Nemeroscallis fulva* 280; у *Lilium* 284; у *Tradescantia virginica* 285.
- Пюпитръ для рисованія 8.
- Разрѣзы. Изготовленіе разрѣзовъ 23. 58.
- очень тонкихъ предметовъ 177. Срав. Бузиновая сердцевина. Глицериновая желатина, Куски пробки, Куски дерева изъ липы, изъ тополя, Сердцевина подсолнечника, Целлоидинъ.
- Разъединеніе клѣточекъ посредствомъ мацерации 107.
- Распределеніе сосудистыхъ пучковъ въ лепесткѣ *Verbascum nigrum* 156.
- Растворъ сахару. Употр. 39. 289.
- — 3%. Употр. 297. 299. 300.
- Рафиды 96.
- Реакція на древесину 62. 113.
- на сахаръ. Барфёдовская 52; Феллинга 52.
- Рисовальная призма. Примѣненіе 7. 35.
- — Аббе 7. 35.
- — съ двумя призмами 8. 37.
- Рисованіе микроскопическихъ объектовъ 16. 35.
- Ржавчинниковые грибы см. *Russinia graminis*.
- Розантинивіолетъ, Гейштейна. Употр. 79. 81.
- Ростъ въ толщину. Вторичный въ стеб-
- лѣ *Aristolochia Sipho* 81; въ корнѣ *Taxus baccata* 132.
- Ростъ въ толщину, не нормальный, вторичный у *Dracaena rubra* 95.
- Ручки для иглодокъ 9.
- Ручной зажимъ 9.
- — Его употреб. 23.
- Рѣшетчатые (ситовидныя) трубки *Cuscuta* 123; *Lycopodium complanatum* 141; *Pinus silvestris* 115; *Tilia parvifolia* 118; *Zea Mais* 85.
- — каллюсъ (мозолистая пластинка) 89. 115. 126.
- — — окрашиваніе 89. 115.
- — рѣшетчатые пластинки 89.
- — рѣшетчатые поры 115.
- — составъ содержимаго 89.
- Сахарная свекла см. *Beta vulgaris*.
- Сахарный тростникъ см. *Saccharum officinarum*.
- Сахаръ. Способъ обнаруживать его въ грушѣ 52; въ сахарной свеклѣ 52.
- Сафранинъ см. Шафранинъ.
- Сегнетова соль. Употр. 52.
- Сердцевина подсолнечника. Употр. 65.
- — добычаніе 65.
- Сердцевинные лучи. Ихъ строеніе у *Pinus silvestris* 114. 116.
- — вторичные 104.
- Сердцевинная трубка (сердцевинное влагалище) 105.
- Симплексъ. Описаніе 27. Употр. 27.
- Синергиды см. Зародышевый мѣшокъ, Скальпелъ 9.
- Склеренхима 52.
- Слива см. *Prunus domestica*.
- Слизь, изъ целлюлоза происшедшая 96.
- изъ крахмала 96.
- окрашиваніе 96.
- Слоевидное *Anaptychia ciliaris* 185; *Margiantia polymorpha* 179.
- Сложный микроскопъ 6.
- Слюдяныя пластинки. Употр. 196.
- Смола. Реакція 113.
- Смоляные ходы. Ихъ строеніе у *Pinus silvestris* 112. 116.
- Сопровождающія клѣточки (*Geleitzellen*) 85. 89. см. Рѣшетчатые (ситовидныя) трубки.
- Сосуды *Cuscuta* 123. срав. Сосудистые пучки.
- Сосудистые пучки. Ихъ строеніе въ листь *Iris florentina* 90; въ черешкѣ *Polypodium vulgare* 138; *Scolopendrium vulgare* 139; въ стеблѣ *Chelidonium majus* 99; *Cuscuta* 123.

122; *Dracaena rubra* 94; *Pteris aquilina* 136; *Ranunculus repens* 97; *Zea Mais* 82; въ корнѣ *Acorus Calamus* 130; *Allium Cepa* 128; *Ranunculus repens* 132.

- — Биколлиаторальные 122.
- — Гадромъ 84.
- — Древесинная ихъ часть 84.
- — Замкнутые (закрытые) 82.
- — Коллатеральные 85.
- — Ксилема (ксилемъ) 84.
- — Лептомъ 85.
- — Листовые (*blatteigene*) 159.
- — Лубовая ихъ часть 85.
- — Местомъ 85.
- — Окончания 154.
- — Окрасиваніе 85. 87. 88.
- — Открытые 97.
- — Протоксилема 85.
- — Протофлоэма 85.
- — Рѣшетчатая часть 85.
- — Сосудистая часть 84.
- — Стеблевые (*Stammeigene*) 159.
- — Флоэма (флоэмъ) 85.

Сосудисто - пучковый цилиндръ корней 128.

Сперматозоиды *Marchantia polymorpha* 248; *Mnium hornum* 252; *Polypodium vulgare* 263; *Vaucheria* 232.

— Фиксированіе ихъ у папоротниковъ 264.

Сперматія *Aecidium Berberidis* 241; *Anaptychia ciliaris* 246.

Спермогоній *Aecidium Berberidis* 239; *Anaptychia ciliaris* 246.

Спораангіи. Ихъ строеніе у *Aspidium Filix mas* 260; *Mucor Mucedo* 234; *Scolopendrium vulgare* 259; *Selaginella Martensii* 266.

Спориидіи *Puccinia graminis* 242.

Спораангіи. Его строеніе у *Marchantia polymorpha* 251; *Mnium hornum* 254.

Споры. Базидіоспоры *Russula rubra* 243.

— Зооспоры *Cladophora glomerata* 227.

— Макроспоры 267.

— Микроспоры 267.

— Телеутоспоры *Puccinia graminis* 242.

— Уредоспоры *Puccinia graminis* 242.

Способы заключенія для изготовленія разрывовъ см. Разрывы.

Стволъ. Его анатомическое строеніе у *Aristolochia Sipho* 100; *Lycopodium complanatum* 139; *Pinus silvestris* 109; *Tilia parvifolia* 118.

Стекланные пластинки для накрыванія часовыхъ стеколъ 9.

Стекланные трубки 9.

Стекланный колпакъ, высокій 9.

— — низкій 9.

— шаръ (*Schusterkugel*). Употр. 209.

Стекланныя палочки 9.

Столбикъ микроскопа 11.

Столбикъ плодника 291.

Стѣнка клѣточекъ (оболочка). Ея строеніе въ эндоспермѣ *Ornithogalum umbellatum* 57; у *Pinnularia viridis* 194; у *Pinus silvestris* 61; у финика 58.

— — полосатость 53. 56.

— — одревеснѣвающая. Реакціи 62. 113.

— — опробованная. Строеніе 144; реакціи 145.

— — слоистость 57.

— — срединная пластинка 57.

Суберниновая реакція 145.

Схизогенныя (шизогенныя) межклеточныя пространства см. Межклеточныя пространства.

Сыворотка изъ крови рогатаго скота 223.

— изъ крови овецъ 223.

Сѣмя. Его строеніе у *Alisma Plantago* 308; *Capsella bursa pastoris* 303; *Picea vulgaris* 279; *Prunus domestica* 311; *Pyrus communis* 312; *Triticum vulgare* 26.

— Методы изслѣдованія 303.

Сѣмянное ядро (*Spermatern*) 298.

Сѣмяпочка, анатропная 295.

— зародышевый мѣшокъ см. Зародышевый мѣшокъ.

— кампилотропная 306.

— микропиле 295.

— развитіе и строеніе у *Aconitum Napellus* 294; *Capsella bursa pastoris* 304; *Citrus* 317; *Picea vulgaris* 277.

— разрывы 295.

— рубчикъ (*chalaza*) 295.

— сѣмяносецъ (*funiculus*) 294.

— шовъ (*raphe*) 295.

— ядро сѣмяпочки (*nucellus*) 295.

Сѣмя. Въ содержимомъ клѣточекъ бактерий 212.

Сѣрная кислота. Употр. 50. 51. 57. 61. 67. 70. 129. 196. 282. 287. 288. 333.

Сѣрнистая окись желѣза. Употр. 55.

Сѣрнистый углеродъ. Употр. 212.

Танинные реакціи см. Дубильное вещество.

Терпентинное масло (скипидаръ). Употр. 210. 215.

Тянутура альканы. Употр. 32. 113.

Тиршевскій борный карминъ см. Борный карминъ.
Точка возрастанія у *Metzgeria furcata* 182.

Тростниковый сахаръ, какъ реактивъ см. Растворъ сахару.

— — какъ раздражитель для сперматозоидовъ мховъ 265.

Трубка микроскопа 11.

Тушь. Употр. 214.

Уксусная кислота. Употр. 32. 33. 50. 76 160. 164.

— — 1% 323.

— — 2% 299.

— — 38% 52.

— — генціановіолетъ см. Генціановіолетъ.

— — метилгрюнъ см. Метилгрюнъ.

Уредоспоры см. Споры.

Установка, грубая 13.

— точная 13.

Фасоль, крахмалъ. Его строеніе 18.

Феллингъ растворъ. Приготовл. 52.

— — Употр. 52.

Феллогенъ 142.

Феллодерма у *Ribes rubrum* 146.

Фениламинъ 214.

Фиксированіе содержимаго кліточекъ посредствомъ пикриновой кислоты 188; хромовой кислоты 188; хромовой уксусной кислоты 188; см. Дѣленіе ядра, Кліточное ядро.

Флороглюцинъ. Употр. 62.

Фукеинъ. Употр. 209. 214.

Хлоралгидратъ. Употр. 43. 279. 287. 288.

Хлористое желѣзо. Употр. 55.

Хлористый натръ. Употр. 191.

Хлоропласты см. Хлорофильныя зерна.

Хлорофильныя зерна. Ихъ строеніе въ предосткахъ папоротниковъ 44; у *Funaria hygrometrica* 42.

— — ихъ дѣленіе 43.

Хлоръ-цинкъ-іодъ. Употр. 51. 54. 57. 58. 61. 66. 70. 82. 117. 121. 145. 186. 198. 218. 240.

Хроматофоры цвѣтовъ *Adonis flammeus* 46; *Thoraeolum majus* 44.

— — корня *Daucus Carota* 47.

Хромовая кислота. Употр. 62. 145. 196.

— — 0,5% 215.

— — 20% 196.

— — 25% 282. 287. 289.

Хромово-уксусная кислота 1%. Употр. 188.

Цвѣтень. Строеніе цвѣтени у *Asasia* 289; *Althaea rosea* 287; *Azalea* 289; *Calluna vulgaris* 282; *Cucurbita* 288; *Erica* 289; *Hemerocallis fulva* 282; *Leucojum* 287; *Malva crispa* 287; *Mimoseae* 289; *Oenothera biennis* 287; *Pinus silvestris* 270; *Rhododendron* 289; *Taxus baccata* 271; *Tradescantia virginica* 285.

— Кліточные ядра 286.

— Образованіе цвѣтневыхъ трубокъ 288.

— Просвѣтленіе 287.

Целлоидинъ. Употр. 295.

Целлюлезъ. Реакціи 51. 57.

Цериновая кислота. Реакціи 145

Цинковая этижерка 9.

Цистиды 244.

Часовыя стекла 9.

Чернильные орѣшки. Ихъ строеніе 55; содержаніе дубильнаго вещества 55.

Шафранинъ Употр. 90. 216.

Шеллакъ въ абсолютъ алкоголя. Употр. 329.

Шипы розы. Анатом. строеніе 76.

Шипки голосѣмнанныхъ. Строеніе и морфологическое значеніе 274.

Штативъ, Цейса см. Микроскопъ.

Шульцеская мацерационная смѣсь. Употрѣбл. 107. 145.

Электрическій калильный свѣтъ. Употрѣбл. 209.

Экстрактъ вишневаго дерева. Употр. 62.

Эндодермисъ. Его строеніе въ корнѣ *Ascorus Calamus* 130; *Allium Cera* 128; *Iris florentina* 131.

— наружный 129.

Эндоспермъ. Его развитіе у *Monotropa hypopitys* 298.

Эндохромовыя пластинки у *Pinnularia viridis* 195.

Эпидермисъ. Его строеніе у *Aloe nigricans* 69; *Iris florentina* 63.

Эпидермоидальный слой 129.

Эфиръ. Употр. 32 145. 296.

Яблочная кислота, въ качествѣ специфическаго раздражителя сперматозоидовъ папоротниковъ 265.

Яйцевой аппаратъ см. Зародышевый мѣшокъ.

Ячейковый сокъ, синій 46; желтый 46; пурпуровый 45; розовый 46. 47.

Личинки для препаратовъ. Пріобр. 9.

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

<i>Стр.</i>	<i>Строка.</i>	<i>Напечатано.</i>	<i>Должно быть.</i>
7	13 снизу	такъ при	такъ какъ при
8	4 сверху	спимають	снимають
18	2 снизу	разсматриваемы	разсматриваемыя
20	18 сверху	(фиг. 6).	(фиг. 8).
24	2 —	дистиллированная	дестиллированная
26	7 —	рѣзче	рѣзче
30	7 —	инструментамъ	инструментомъ
—	22 —	тѣля	тѣла
32	17 —	бѣлковыя	бѣлковые
33	26 —	кислотѣ	кислоты
—	30 —	оптически-одноосны	оптически-одноосны.
35	8 —	сѣяи	сѣтки
—	13 —	соединяются	соединяется
36	10 снизу	яснаго	яснаго
—	6 —	него	него
38	16 —	ровную	равную
—	14 —	увеличенія	увеличеніе
—	7 —	стараться	стараться
39	20 сверху	пласмолIZE	пласмолИзы
—	3 снизу	пигментъ	пигментъ
43	2 сверху	той же	той же
—	15 —	мелкія	мелкіе
45	3 въ объясн.	Тгорасолum	Тгораеolum
	фиг. 17.		
46	12 сверху	нередко	нерѣдко
—	14 —	буквъ	буквы
—	17 —	впечатленіе	впечатлѣніе
—	12 снизу	время	время
47	1 сверху	мелькія	мелкія
—	2 —	удлиненныя	удлиненныя
—	9 —	Самые обыкновенные	Самыя обыкновенныя
—	5 снизу	ня	на
48	6 сверху	хроматофоръ	хроматофоровъ

<i>Стр.</i>	<i>Строка.</i>	<i>Напечатано.</i>	<i>Должно быть.</i>
48	15	сверху	мые
—	27	—	эксцентрическое
49	16	—	пятнышка, представляющіа
53	22	снизу	периферическихъ
58	8	—	нѣкоторые
59	6	—	наружній
61	17	—	-занные
—	10	—	соприкасаются
—	4	—	концовъ
64	13	—	пятнышка
75	5	сверху	наружныхъ
81	9	—	восковой
—	10	снизу	—
84	18	—	волокнисто-сосудистый
95	1	—	наружній
100	5	сверху	покрышечнаго
113	14	снизу	самими
122	3	сверху	Вп
123	21	снизу	слѣдуетъ
124	5	сверху	наружномъ
147	19	—	волокнисто-сосудистаго
—	2	снизу	—
155	14	—	тоньше
160	13	—	принадлежать
171	7	—	удваиваются
211	11	—	температуръ
216	23	сверху	Разрѣзъ
225	2	—	Евгеа
—	10	снизу	Кос'омъ
243	9	—	(с)
244	6	сверху	«цистиды»,
273	7	снизу	срединой
287	1	сверху	юдгрюнъ
289	2	снизу	Гое —

